

# علوم فيزيائية

## 2

الموجات.

التمولات النووية.

الكهرباء.

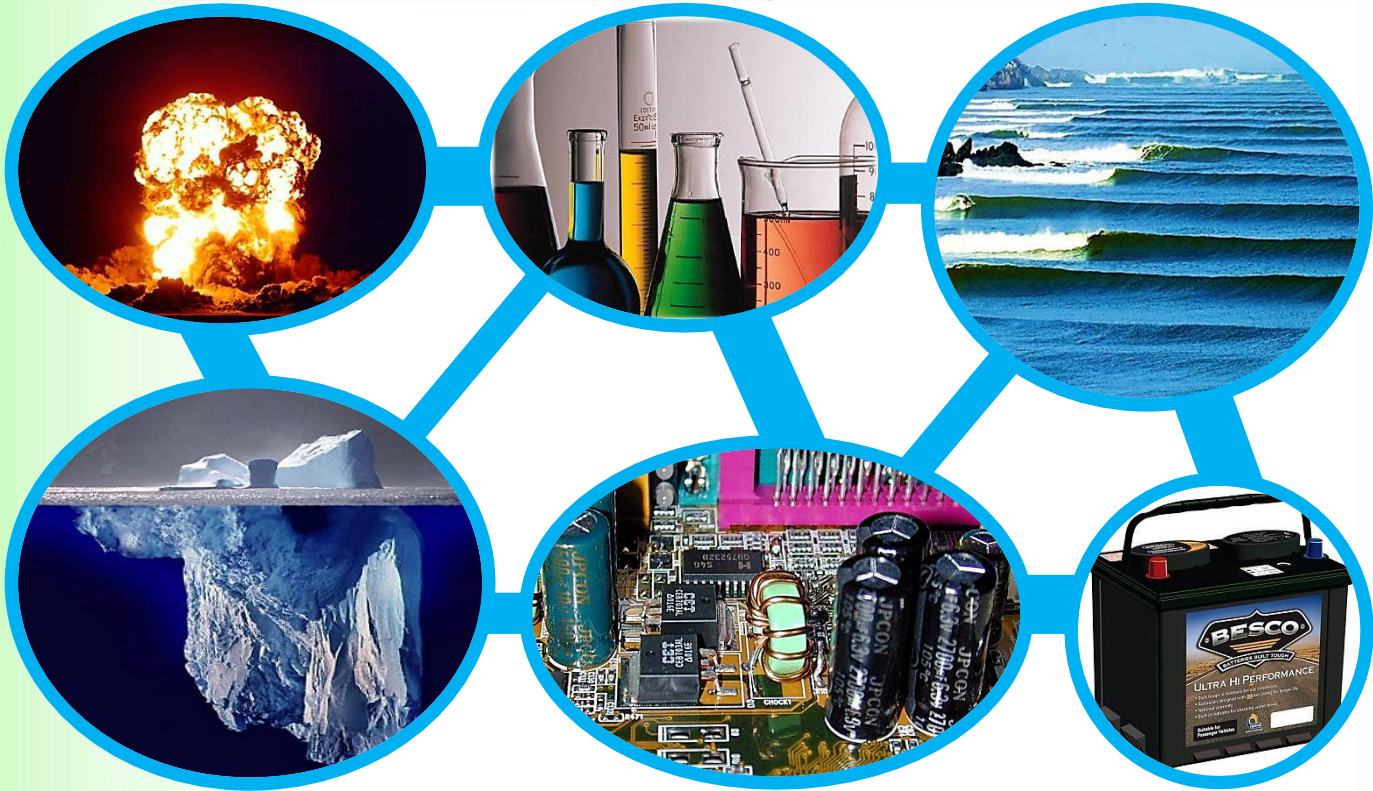
الميكانيك.

التمولات السريعة و التمولات البطيئة لمجموعة كيميائية.

التمولات غير الكلية لمجموعة كيميائية.

منمى تطور مجموعة كيميائية.

كيفية التمكن في تطور المجموعات الكيميائية.



إعداد: د. ياسين الدراز

yassinderaz@gmail.com

yassin.derraz@taalim.ma

<https://web.facebook.com/yassinderraz>

ثانوية الرازي التأهيلية - ترحيست ص.ب. 200

المديرية الإقليمية بالحسيمة.

وفق الأطر المرجعية المحينة  
لوزارة التربية الوطنية

### الوحدة 1: الموجات الميكانيكية المتوالية:

- تعريف الموجة الميكانيكية وسرعة انتشارها.
- تعريف الموجة الطولية والموجة المستعرضة.
- تعريف الموجة المتوالية الأحادية البعد، ومعرفة العلاقة بين استطالة نقطة  $M$  من وسط الانتشار واستطالة المنبع  $S$ :  $y_M(t) = y_S(t - \tau)$
- استغلال العلاقة بين التأخر الزمني والمسافة وسرعة الانتشار:  $V = SM / \tau$
- استغلال وثائق تجريبية ومعطيات لتحديد:
  - مسافة؛
  - التأخر الزمني  $\tau$ ؛
  - سرعة الانتشار.
- اقترح تبليانة تركيب تجريبي لقياس التأخر الزمني أو سرعة الانتشار عند انتشار موجة.

### الوحدة 2: الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية:

- تعرف موجة متوالية دورية ودورها.
- تعريف الموجة المتوالية الجيبية والدور والتردد وطول الموجة.
- معرفة واستغلال العلاقة:  $\lambda = V.T$  أو  $V = \lambda.N$
- معرفة شروط حدوث ظاهرة الحيود: طول الموجة أصغر (أو تقارب) من عرض الشق  $a \leq \lambda$
- معرفة خاصية موجة محيدة.
- تعريف وسط مبدد.
- استغلال وثائق تجريبية للتعرف على ظاهرة الحيود وإبراز خاصيات الموجة المحيدة.
- اقترح تبليانة تركيب تجريبي يمكن من إبراز ظاهرة حيود الموجات الميكانيكية الصوتية وفوق الصوتية.

### الوحدة 3: انتشار موجة ضوئية:

- معرفة الطبيعة الموجية للضوء من خلال ظاهرة الحيود.
- استثمار وثيقة أو شكل للحيود في حالة موجة ضوئية.
- معرفة واستغلال العلاقة:  $\lambda = c/v$
- تعريف الضوء الأحادي اللون والضوء متعدد الألوان.
- معرفة حدود أطوال الموجات في الفراغ للطيف المرئي والألوان المطابقة لها.
- معرفة أن تردد إشعاع أحادي اللون لا يتغير عند انتقاله من وسط شفاف إلى آخر.
- معرفة أن الأوساط الشفافة مبددة للضوء بدرجات مختلفة.
- معرفة العلاقة:  $n = c/v$
- تحديد معامل وسط شفاف بالنسبة لتردد معين.
- اقترح تبليانة تركيب تجريبي يسمح بإبراز ظاهرة الحيود في حالة الموجات الضوئية.
- معرفة واستغلال العلاقة  $\theta = \lambda / a$  ، ومعرفة وحدة و دلالة  $\theta$  و  $\lambda$
- استغلال قياسات تجريبية للتحقق من العلاقة:  $\theta = \lambda / a$

نسبة الأهمية	المستويات المهارية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
	الموجات	5,5 %	10 %	3,85 %	11 %

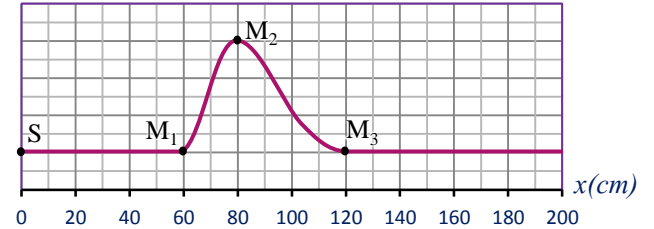


# الموجات 1

- الموجات الميكانيكية المتوالية.
- الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية.
- انتشار موجة صوتية.

التمرين 1° : 20 min | Appli.

نحدث بواسطة هزاز، عند لحظة  $t_0=0$ ، تشوها في الطرف S لحبل مرن. يمثل الشكل أسفله مظهر الحبل عند اللحظة  $t_1=60,0\text{ms}$ .

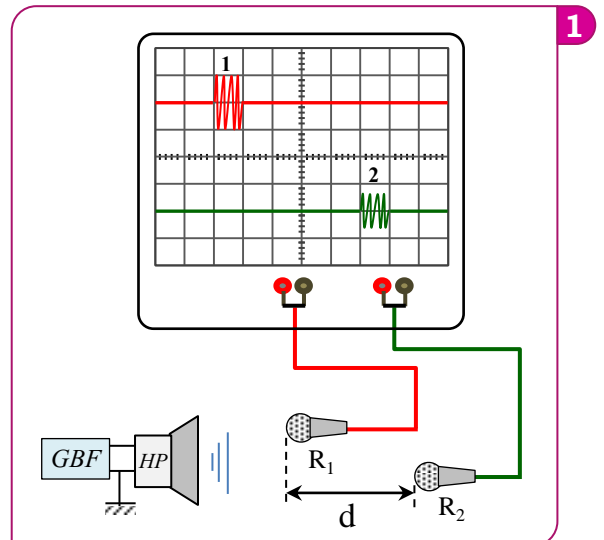


- ما طبيعة هذه الموجة (طولية أم مستعرضة)؟ وهل هي أحادية البعد أم ثنائية البعد أم ثلاثية البعد؟
- أحسب سرعة انتشار الموجة طول الحبل.
- حدد عند اللحظة  $t_1$  النقط التي تنجز حركة نحو الأعلى والنقط التي تنجز حركة نحو الأسفل.
- مثل مظهر الحبل في اللحظة  $t_2=90\text{ms}$ .
- في أية لحظة ستصل الموجة إلى نقطة  $M_4$  توجد يمين النقطة  $M_3$  وتبعد عنها بمسافة  $M_3M_4=40\text{cm}$ .
- في أية لحظة ستوقف النقطة  $M_4$  عن الحركة؟

التمرين 2° : 30 min | Type BAC

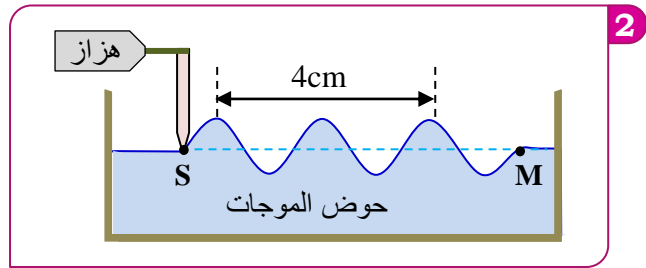
دراسة موجة صوتية و موجة فوق سطح الماء -

- لتحديد سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء، ننجز التركيب الممثل أسفله، حيث يفصل بين الميكروفونين  $R_1$  و  $R_2$  مسافة  $d=34\text{cm}$ . نعين على شاشة راسم التذبذب الإشارتين المستقبليتين من طرف المستقبلين  $R_1$  و  $R_2$ .
- نعتني: الحساسية الأفقية  $0,2\text{ms/div}$ .



- هل الصوت موجة طولية أم موجة مستعرضة؟
- يستقبل الميكروفون  $R_2$  الموجة الصوتية بتأخر زمني  $\tau$  بالنسبة للميكروفون  $R_1$ .
- أعط المدلول الفيزيائي للمقدار  $\tau$  ثم حدد قيمته مبيانيا.
- استنتج قيمة  $V_{\text{air}}$  سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء.
- ارسم تركيباً تجريبياً مبسطاً يمكن من دراسة حيود موجة صوتية.

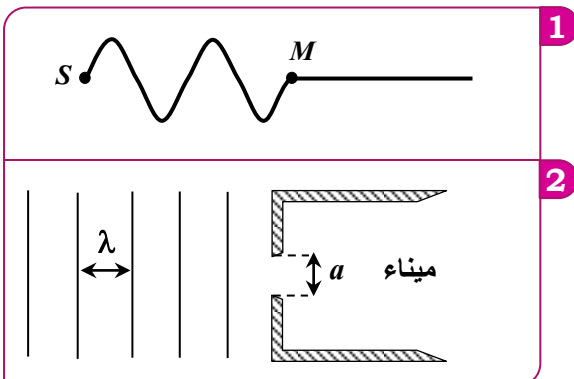
(II) في حوض الموجات نحدث بواسطة هزاز تردده قابل للضبط أمواجاً مستقيمة متوالية جيئية. نضيء حوض الموجات بومض فنحصل على توقف ظاهري للموجات عندما نضبط تردد الومض على قيمة  $N_S=10\text{Hz}$  بحيث  $N_S$  يمثل الشكل 2، الممثل أسفله، مقطعا عرضيا لحوض الموجات.



- ما طبيعة الموجة المنتشرة فوق سطح الماء؟ علل جوابك.
- حدد منحنى حركة النقطة M عندما تصلها الموجة لأول مرة.
- قارن حركة اهتزاز النقطتين S و M.
- حدد قيمة طول الموجة  $\lambda$  واستنتج سرعة انتشار الموجات.
- عندما نضبط تردد الهزاز على القيمة  $15\text{Hz}$ ، نجد  $\lambda'=1,2\text{cm}$  أحسب سرعة الانتشار  $V'$  في هذه الحالة. قارن هذه السرعة مع تلك التي تم حسابها سابقاً ثم استنتج.

التمرين 3° : 20 min | Type BAC

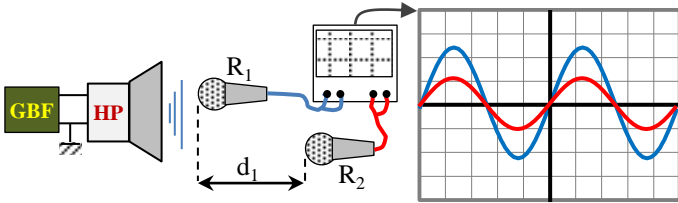
تحدث الرياح في أعالي البحار أمواجاً تنتشر نحو الشاطئ. يهدف هذا التمرين إلى دراسة مبسطة لحركة هذه الأمواج. نعتبر أن الموجات المنتشرة على سطح البحر متوالية و جيئية دورها  $T=7\text{s}$ ، و أن المسافة الفاصلة بين ذروتين متتاليتين هي  $d=70\text{m}$ .



## التمرين : 5° | 20 min | Type BAC

لتعيين سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء ننجز التركيب التجريبي الممثل أسفله.

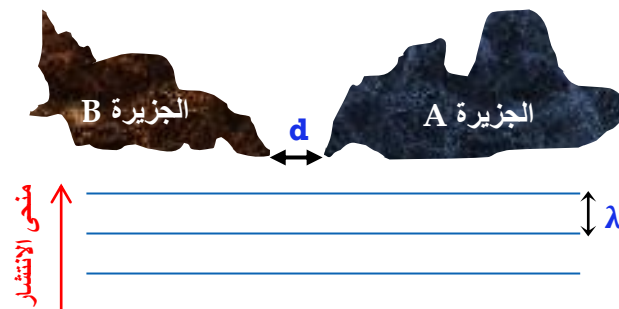
- يفصل بين الميكروفونين  $R_1$  و  $R_2$  مسافة  $d_1$ .
- يمثل الرسمان التذبذبان الممثلان في الشكل 2 تغيرات التوتر بين مرطبي كل ميكروفون بالنسبة للمسافة  $d_1 = 68 \text{ cm}$ .
- الحساسية الأفقية للمدخلين هي :  $0,2 \text{ ms/div}$ .



- 1 اعط تعريف طول الموجة  $\lambda$  والدور  $T$ .
- 2 اذكر الفرق بين الموجة الميكانيكية الطولية والموجة الميكانيكية المستعرضة.
- 3 اختر الجواب الصحيح من بين ما يأتي:  
 ✓ الموجات الصوتية وفوق الصوتية موجات مستعرضة.  
 ✓ الموجات فوق الصوتية مسموعة من طرف الإنسان.  
 ✓ يتغير تردد الموجات الصوتية بتغير وسط الانتشار.  
 ✓ تنتشر الموجات الصوتية في الفراغ والأوساط المادية.  
 ✓ تنتشر الموجة الصوتية في وسط ثلاثي البعد.  
 ✓ أثناء انتشار موجة ميكانيكية، تنتقل الطاقة فقط.
- 4 عين قيمة الدور  $T$  للموجات الصوتية واستنتج ترددتها  $N$ .
- 5 نزع الميكروفون  $R_1$  أفقيا إلى أن يصبح الرسمان التذبذبان من جديد على توافق في الطور فتكون المسافة بين  $R_2$  و  $R_1$  هي  $d_2 = 102 \text{ cm}$ .  
 أ- حدد قيمة  $\lambda$  طول الموجة للموجة الصوتية.  
 ب- استنتج  $V$  سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء.

## التمرين : 6° | 30 min | Type BAC

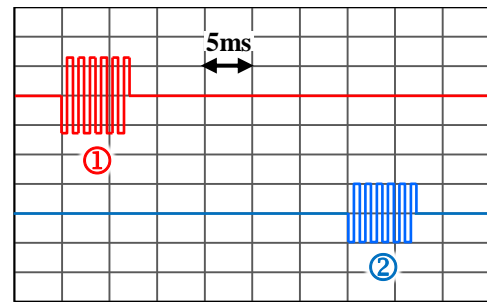
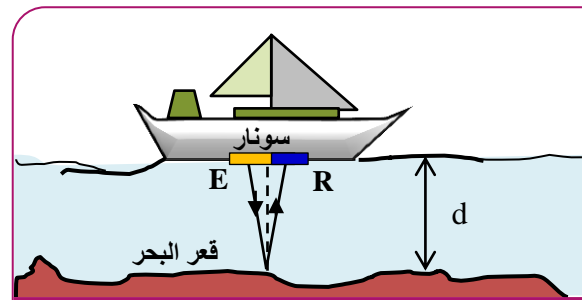
غالبا ما تحدث الزلازل التي تقع في أعماق المحيطات ظاهرة طبيعية تدعى تسونامي، وهي عبارة عن موجات تنتشر على سطح المحيط لنصل إلى الشواطئ بطاقة عالية و مدمرة.  
 نمذج ظاهرة تسونامي بموجة ميكانيكية متوالية دورية تنتشر على سطح الماء بسرعة  $V$  تتعلق مع عمق المحيط  $h$  وفق العلاقة  $V = \sqrt{h \cdot g}$  في حالة المياه القليلة العمق مع طول الموجة  $\lambda \gg h$ . حيث الرمز  $\lambda$  يمثل طول الموجة و  $g$  شدة مجال الثقالة.



- 1 هل الموجة المدروسة طولية أم مستعرضة ؟ علل جوابك.
- 2 احسب  $V$  سرعة انتشار الموجة.
- 3 يعطي الشكل 1 مقطعا رأسيا لمظهر سطح الماء عند لحظة  $t$ . نعتبر  $S$  منبعا للموجة و  $M$  جبهة التي تبعد عن  $S$  بمسافة  $SM$ .  
 أ- اكتب تعبير  $\tau$  التأخر الزمني لحركة  $M$  بالنسبة لحركة  $S$  بدلالة  $\lambda$  و  $V$ . احسب  $\tau$ .  
 ب- قارن حالة اهتزاز النقطة  $M$  بالنسبة للمنبع  $S$ .
- 4 تصل الأمواج إلى بوابة عرضها  $a = 60 \text{ m}$ ، توجد بين رصيفي الميناء. (الشكل 2). انقل الشكل 2 و مثل عليه الموجات بعد اجتيازها البوابة، و اعط اسم الظاهرة الملاحظة.

## التمرين : 4° | 20 min | Type BAC

السونار جهاز استشعار يتكون من مجس يحتوي على باعث  $E$  و مستقبل  $R$  للموجات فوق الصوتية، و يستعمل في الملاحة البحرية لمعرفة عمق المياه إذ بفضلها تستطيع السفن الاقتراب من السواحل بكل اطمئنان. لتحديد عمق المياه، ترسل باخرة بواسطة الباعث  $E$  إشارات فوق صوتية دورية جيبية نحو قعر البحر، و بعد اصطدامها بالقعر ينعكس جزء منها ليتم التقاطه من طرف المستقبل  $R$  (انظر الشكل 1 أسفله) الأشعة المنموجة لاتجاه و منحى الانتشار مائلة قليلا بالنسبة للاتجاه الرأسي.



يمثل الرسم التذبذي ① الإشارة المنبعثة من  $E$ ، و يمثل الرسم التذبذي ② الإشارة المستقبلة من طرف  $R$  اللذان تمت معاينتهما بواسطة السونار.

- 1 اعط تعريف موجة ميكانيكية متوالية.
- 2 هل الموجة الصوتية طولية أم مستعرضة ؟
- 3 نستعمل موجات فوق صوتية ترددها  $N = 200 \text{ kHz}$  تنتشر في ماء البحر بسرعة  $V_{\text{eau}} = 1500 \text{ m.s}^{-1}$ .  
 أ- احسب الدور  $T$  وطول الموجة  $\lambda$  للموجة الصوتية.  
 ب- انطلاقا من الرسم التذبذي حدد قيمة المدة  $\Delta t$ .  
 ج- نعتبر أن الموجات فوق الصوتية تتبع مسارا رأسيا.  
 عبر عن العمق  $d$  بدلالة  $\Delta t$  و  $V_{\text{eau}}$ . احسب قيمة  $d$ .

• **نعتبي:**  $g=10\text{m.s}^{-2}$  و  $h=6000\text{ m}$  في هذا الجزء من المحيط.

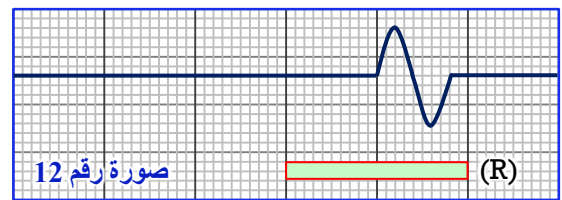
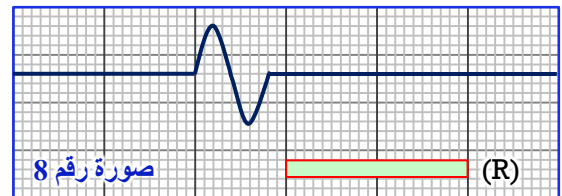
- 1 علل أن الموجات التي تنتشر على سطح المحيط مستعرضة.
  - 2 باستعمال التحليل البعدي، بين أن المعادلة  $V = \sqrt{g \cdot h}$  متجانسة ثم احسب السرعة  $V$  في هذا الجزء من المحيط.
  - 3 علما أن المدة الزمنية بين ذروتين متتاليتين هي  $T=18\text{ min}$ ، أوجد طول الموجة  $\lambda$ .
  - 4 في حالة  $\lambda \gg h$ ، يبقى تردد موجات التسونامي ثابتا خلال انتشارها نحو الشاطئ. كيف يتغير طول الموجة  $\lambda$  عند الاقتراب من الشاطئ؟
  - 5 تمر موجة تسونامي بين جزيرتين A و B يفصل بينهما مضيق عرضه  $d=100\text{ km}$ . نعتبر أن عنق المحيط يبقى ثابتا وأن موجة تسونامي مستقيمة طول موجتها  $\lambda=120\text{ km}$ . انظر الشكل.
- أ- هل تحقق شرط حدوث ظاهرة حيود موجة تسونامي؟ علل جوابك.
- ب- في حالة حدوث الحيود:
- ➔ أعط، معللا جوابك، طول الموجة  $\lambda$ .
- ➔ احسب زاوية الحيود  $\theta$ .

### التمرين: 7° | 20 min | Type BAC

لتحديد سرعة انتشار موجة ميكانيكية طول حبل، طلب أستاذ الفيزياء من أحد التلاميذ إحداث تشوه عند طرف حبل أفقي، وفي نفس الوقت طلب من تلميذة أن تصور شريط فيديو لمظهر الحبل بواسطة كاميرا رقمية مضبوطة على النقاط 25 صورة في الثانية.

تم وضع مسطرة (R) طولها 1m لضبط سلم قياس الطول.

تكلف الأستاذ بمعالجة الشريط وباستخراج مختلف الصور للحبل مستعينا ببرنام معلوماتي مناسب، ثم اختار صورتين رقم 8 ورقم 12 قصد الدراسة والاستثمار (الشكل أسفله).



انقل الجواب الصحيح.

- 1 المدة الزمنية الزمنية  $\Delta t$  الفاصلة بين اللحظتين اللتين التقطت فيهما صورتان رقم 8 ورقم 12 هي:

$\Delta t=0,16\text{ s}$  ✗  $\Delta t=0,12\text{ s}$  ✗

$\Delta t=0,24\text{ s}$  ✗  $\Delta t=0,20\text{ s}$  ✗

- 2 المسافة المقطوعة خلال المدة الزمنية  $\Delta t$  هي:

$d=0,50\text{ m}$  ✗  $d=2\text{ cm}$  ✗

$d=1,50\text{ cm}$  ✗  $d=1,00\text{ m}$  ✗

- 3 سرعة انتشار الموجة هي:

$V=6,25\text{ m.s}^{-1}$  ✗  $V=5,10\text{ m.s}^{-1}$  ✗

$V=10,50\text{ m.s}^{-1}$  ✗  $V=7,30\text{ m.s}^{-1}$  ✗

- 4 تعبير استطالة نقطة M من الحبل بدلالة استطالة المنبع S هو:

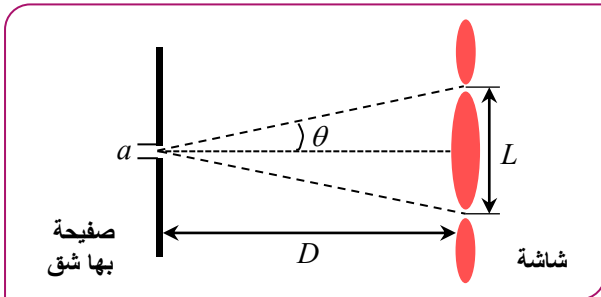
$y_M(t)=y_S(t-\tau)$  ✗  $y_M(t)=y_S(t+\tau)$  ✗

$y_M(t)=y_S(t-2\cdot\tau)$  ✗  $y_M(t)=y_S(\tau-t)$  ✗

### التمرين: 8° | 30 min | Type BAC

انطلاقا من سنة 1921 وضع الفيزيائي أوغست فريسل (August Fresnel) فرضية أن الضوء موجة كهرومغناطيسية مستعرضة وأن التشوه الذي ينتشر هو عبارة عن مجال كهربائي و مجال مغناطيسي.

- I لتحديد طول الموجة  $\lambda$  لموجة ضوئية منبعثة من جهاز لآزر، نضيء شقا عرضه  $a=5.10^{-5}\text{ m}$  بضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ هو  $\lambda$ . ثم نضع شاشة (E) على مسافة  $D=3\text{ m}$  من الشق، فنشاهد على الشاشة مجموعة من البقع الضوئية. بحيث يكون عرض البقعة المركزية هو  $L=7,6.10^{-2}\text{ m}$ .



- 1 هل الضوء موجة طولية أم موجة مستعرضة؟
  - 2 ما اسم الظاهرة التي يبرزها الشكل أعلاه؟
  - 3 أذكر الشرط الذي يجب أن يحققه عرض الشق a للخيطة لكي تحدث هذه الظاهرة.
  - 4 ذكر بالعلاقة بين  $\theta$  و  $\lambda$  و a.
  - 5 أعط تعبير  $\lambda$  بدلالة D و L و a. أحسب  $\lambda$ .
  - (نعتبر أن  $\theta$  زاوية صغيرة ونأخذ  $\tan \theta \approx \theta$ ).
  - 5 هل هذا الضوء مرئي بالعين؟ علل.
- II لتحديد قيمة طول موجة ضوئية في الزجاج، نرسل حزمة ضوئية أحادية اللون منبعثة من جهاز لآزر على وجه مشور من الزجاج معامل انكساره  $n=1,58$ .

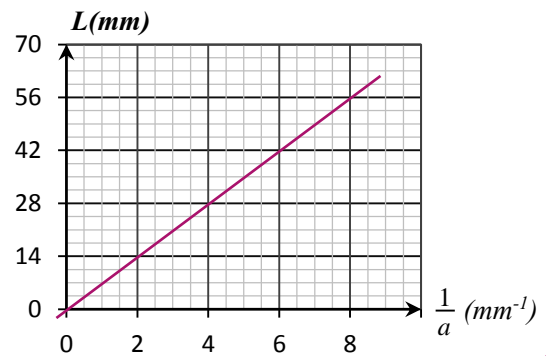
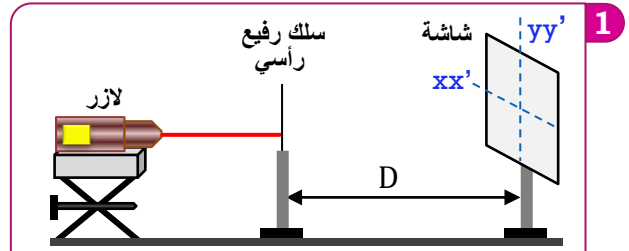
**نعتبي:** • طول الموجة الضوئية في الفراغ:  $\lambda_0=665,4\text{ nm}$ .  
• سرعة انتشار الضوء في الفراغ هي:  $c=3.10^8\text{ m.s}^{-1}$ .

- 1 أحسب N تردد هذه الموجة الضوئية.
- 2 أحسب قيمة V سرعة انتشار الموجة الضوئية في المشور.
- 3 أوجد قيمة  $\lambda_1$  طول الموجة للحزمة الضوئية خلال انتشارها في المشور.
- 4 ماذا نشاهد على الشاشة عندما نستبدل الضوء الأحادي اللون بضوء أبيض؟ وما اسم هذه الظاهرة؟



## التمرين 9° : 25 min | Type BAC

ننجز تجربة حيود الضوء بواسطة منبع لآزر أحادي اللون طول موجته في الفراغ  $\lambda$ . نضع على بعد بضع سنتيمترات من هذا المنبع سلكا رفيعا قطره  $a$  وعلى المسافة  $D=5,54 \text{ m}$  من شاشة (الشكل 1).



(I) نضيء السلك بواسطة منبع الآزر فنلاحظ بقعا للحيود. نرمز لعرض البقعة المركزية بالرمز  $L$ .

- هل نشاهد ظاهرة الحيود على المحور  $xx'$  أم على المحور  $yy'$  ؟
- ما طبيعة الضوء التي تبرزها ظاهرة الحيود ؟
- وضح - مستعينا بتبيانة مبسطة - الفرق الزاوي  $\theta$  وعرض البقعة المركزية  $L$  والمسافة  $D$  الفاصلة بين السلك والشاشة.
- أوجد تعبير العرض  $L$  بدلالة  $a$  و  $D$  و  $\lambda$ .

(نعتبر أن  $\theta$  زاوية صغيرة جدا ونأخذ  $\tan \theta \approx \theta$ )

(II) نستعمل أسلاكاً ذات أقطار مختلفة ونقيس بالنسبة لكل سلك العرض  $L$  للبقعة المركزية، نحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2 الذي يمثل تغيرات العرض  $L$  بدلالة  $\frac{1}{a}$ .

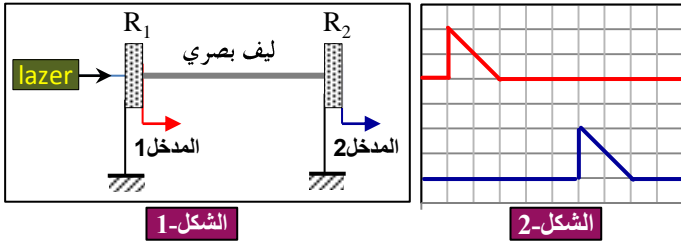
- باستغلال المبيان حدد طول الموجة  $\lambda$ . هل تنتمي  $\lambda$  للمجال المرئي ؟
- نقوم بنفس التجربة السابقة ونضع مكان السلك بالضبط شعرة قطرها  $d$ . أعطى قياس عرض البقعة المركزية الملاحظة على الشاشة القيمة  $L'=42 \text{ mm}$ . باستعمال المبيان حدد  $d$ .

## التمرين 10° : 25 min | Type BAC

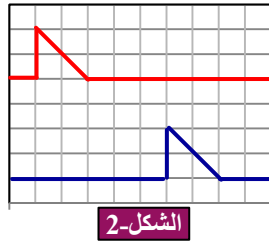
لتحديد سرعة انتشار موجة ضوئية في ليف بصري طوله  $L=200 \text{ m}$  تم إنجاز التركيب الممثل في الشكل 1 حيث يمكن الالاقطان  $R_1$  و  $R_2$  المركبين في طرفي الليف البصري، من تحويل الموجة الضوئية إلى موجة كهربائية نعاينها على شاشة راسم التذبذب . الشكل 2.

### معطيات :

- الحساسية الأفقية هي:  $0,2 \mu\text{s/div}$ .
- سرعة الضوء في الفراغ:  $c=3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .
- نقرأ على لصيقة الآزر، طول الموجة في الفراغ:  $\lambda_0=600 \text{ nm}$ .



الشكل-1



الشكل-2

(I) باستغلال الشكل-2 :

1 حدد التأخر الزمني  $\tau$  المسجل بين  $R_1$  و  $R_2$ .

2 احسب  $V$  سرعة انتشار الموجة الضوئية في الليف البصري.

3 استنتج معامل الانكسار  $n$  للليف البصري.

4 احسب طول الموجة الضوئية  $\lambda$  في قلب الليف البصري.

(II) الليف البصري وسط شفاف يتغير معامل انكساره مع طول الموجة

الواردة وفق العلاقة التالية:  $n = 1,484 + \frac{5,6 \cdot 10^{-15}}{\lambda_0^2}$  (SI).

نعوض المنبع الضوئي بمنبع آخر طول موجته في الفراغ

$\lambda_0' = 400 \text{ nm}$  بدون تغيير أي شيء في التركيب التجريبي السابق.

أوجد التأخر الزمني  $\tau'$  الملاحظ على شاشة راسم التذبذب.

## التمرين 11° : 35 min | Type BAC

لا يتعلق تردد موجة ضوئية بوسط الانتشار و يتعلق فقط بتردد منبعها. سرعة انتشار موجة ضوئية في وسط شفاف دائما أصغر من سرعة انتشارها في الفراغ و تحيد عند اجتيازها لشق عرضه صغير نسبيا.

(I) يرد شعاع أحادي اللون على موشر ذي زاوية  $A=30^\circ$ ، غير قيم زاوية الورود  $i$  و نقيس زاوية الانحراف  $D$  بين الاتجاه البدئي للشعاع الوارد والاتجاه النهائي للشعاع المنبثق من الموشر فنلاحظ أن  $D$  تمر بقيمة دنيا  $D_0$  في حالة  $i=i'$  علما أن  $D_0=20,56^\circ$  و  $n_{\text{air}}=1$ .

1 ذكر بالعلاقات المميزة لموشر معامل انكساره  $n$  موضوع في الهواء.

2 أوجد تعبير معامل الانكسار  $n$  بدلالة  $A$  و  $D_0$ . احسب قيمة  $n$ .

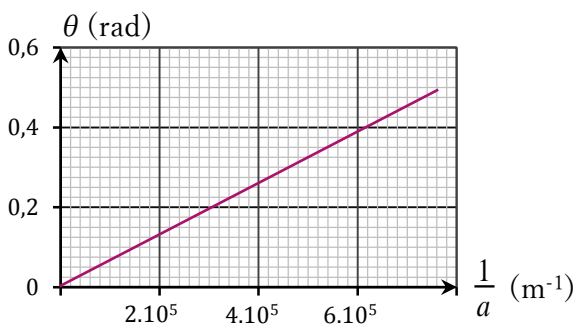
(II) ننجز تجربة حيود ضوء أحادي اللون طول موجته  $\lambda$  منبعث من جهاز الآزر باستعمال شق عرضه  $a$  وشاشة تبعد عن الشق بمسافة  $D=1,6 \text{ m}$ . نقيس الفرق الزاوي  $\theta$  بالنسبة لقيم مختلفة لعرض الشق  $a$  ونمثل بمبيانيا  $\theta = f(\frac{1}{a})$ ، فنحصل على المنحنى الممثل أسفله.

1 ارسم تبيانة مبسطة للتركيب التجريبي.

2 كيف يتغير عرض البقعة المركزية  $L$  مع  $a$  ؟

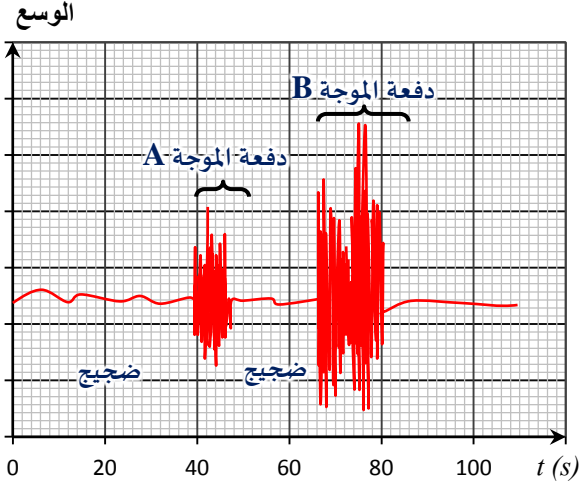
3 حدد مبيانيا  $\lambda$ . هل يتبدد هذا الضوء عند اجتيازه لموشر ؟

4 نزيل الشق و نضع مكانه خيطا رفيعا قطره  $d$  فنحصل على ظاهرة الحيود حيث عرض البقعة المركزية هو  $L=2,5 \text{ cm}$ . حدد  $d$ .



- عند حدوث زلزال ينتشر نوعان من الموجات.
- موجات P: تنتشر في الأجسام الصلبة و السائلة.
- موجات S: تنتشر في الأجسام الصلبة فقط.
- الموجات P أسرع من الموجات S.

نتخذ أصل التواريخ  $t=0$ ، لحظة بداية الهزة الأرضية، أدى تسجيل الهزة على مقياس الزلازل إلى تسجيل الإشارتين A و B التاليتين:

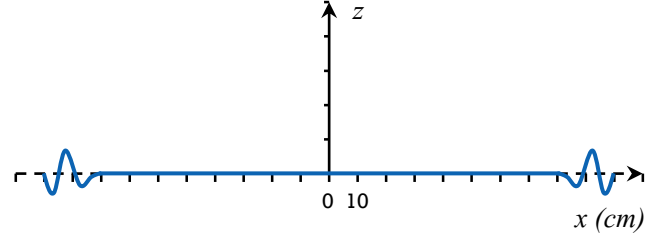


رسم توضيحي



- يطلق على الموجات P، موجات الانضغاط وهي موجات طولية، و يطلق على الموجات S الموجات القصية (de cisaillement) وهي موجات مستعرضة.
- ما نوع الموجات التي يمثلها الرسم التوضيحي أعلاه ؟
- حدد من بين الإشارتين A و B المسجلتين على مقياس الزلازل الإشارة الموافقة لكل من الموجتين S و P.
- علما أنه تم الشعور بالهزة الأرضية على الساعة 8h15min20s حدد لحظة حدوة الهزة.
- سرعة انتشار الموجة P هي  $V_p=10\text{km/s}$ . احسب المسافة الفاصلة بين مركز الهزة و مكان تواجد مقياس الزلازل.
- نفترض أن سرعة انتشار الموجة S ثابتة. احسب قيمتها  $V_s$ .

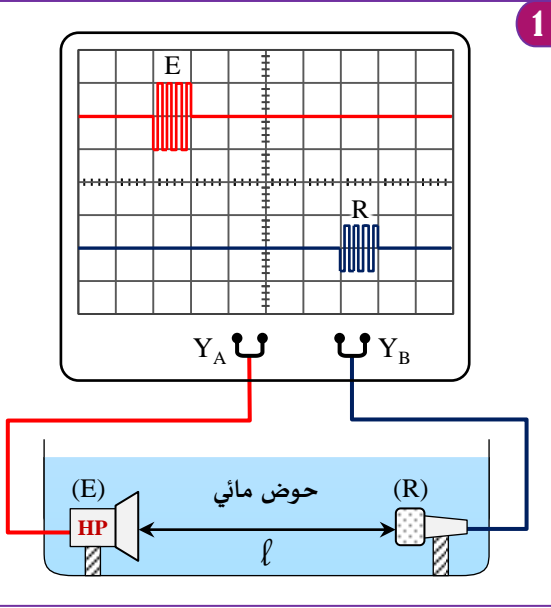
عندما يرمي الصياد صنارته في البحر يسقط الرصاص في الماء عند نقطة O' في لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ  $t=0\text{s}$ ، نلاحظ ظاهرة انتشار موجة ميكانيكية على سطح الماء حيث يتم تسجيل مقطع منه عند لحظة t بواسطة كاميرا رقمية مناسبة و متطورة ( انظر الوثيقة أسفله ).



- أ- اعط تعريف الموجة الميكانيكية المتوالية.
- ب- ما طبيعة الموجة المنشرة على سطح الماء ؟ (مستعرضة أم طولية).
- الموجة تصل إلى نقطة A ذات الأفصول  $x=2,00.10^{-1}\text{m}$  عند اللحظة  $t_1=2,00\text{s}$ .
- أ- احسب سرعة الموجة الميكانيكية المدروسة.
- ب- انطلاقا من الوثيقة أعلاه، حدد اللحظة  $t'$  حيث تعود النقطة A إلى حالة السكون.
- عند اصطدام الرصاص بسطح الماء يتم إحداث صوت ينتشر في الماء و في الهواء حيث  $v_{\text{air}}=340\text{m.s}^{-1}$ .
- أ- يلتقط الصياد الصوت عند اللحظة  $t_2=1,0.10^{-2}\text{s}$ . حدد المسافة بين النقطة O' و الصياد.
- ب- توجد سمكة على بعد 30m من النقطة O' تلتقط الصوت بتأخر زمني  $\tau=1,0.10^{-2}\text{s}$  بالنسبة للصياد.
- 1- عبر عن اللحظة  $t_3$  لحظة التقاط السمكة للصوت بدلالة التأخر الزمني  $\tau$  و  $t_2$ .
- 2- استنتج سرعة انتشار الصوت في الماء. ماذا تستنتج ؟

نحدث موجة فوق صوتية بواسطة منبع S للموجات فوق الصوتية، و نقيس التأخر الزمني بين ميكروفونين  $M_1$  و  $M_2$  موجودين في الهواء و تفصل بينهما المسافة  $d=M_1M_2=3,4\text{cm}$  فنجد  $\tau=100\mu\text{s}$ .

- ارسم تبيانة التركيب التجريبي المستعمل.
- احسب  $V_1$  سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في الهواء.
- تستعمل الموجات فوق الصوتية في ميدان الفحص بالأشعة فوق الصوتية (Echographie). سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في جسم الإنسان هي  $V_2=1500\text{m.s}^{-1}$ .
- أ- قارن  $V_1$  و  $V_2$  و اعط تفسيراً لنتيجة المقارنة.
- ب- أدى حساب المدة الزمنية  $\Delta t$ ، بين إرسال واستقبال الموجة فوق الصوتية، أثناء فحص قلب مريض إلى القيمة  $\Delta t=20\mu\text{s}$ .
- احسب المسافة  $l$  بين موضع المنبع S على جسم المريض و قلبه.



لتحديد سرعة انتشار الموجات الصوتية في الماء، نضع على استقامة واحدة، في حوض من الماء، باعثة E (مكبر الصوت) و مستقبلا R (مكرو فون) للموجات الصوتية تفصل بينهما مسافة  $l = 1,50 \text{ m}$ .  
عندما ربطنا الباعث E بالمدخل  $Y_A$  والمستقبل R بالمدخل  $Y_B$  لرسم التذبذب حصلنا على الشكل الممثل في الوثيقة 1 جانبه.

نعطي: الحساسية الأفقية  $0,2 \text{ ms/div}$ .

- هل الصوت موجة طولية أم موجة مستعرضة ؟
- تصل الموجة الصوتية إلى الميكروفون R بتأخر زمني  $\tau$  بالنسبة للباعث E. أعط المدلول الفيزيائي للمقدار  $\tau$  ثم حدد قيمته.
- احسب قيمة  $V_{\text{eau}}$  سرعة انتشار الموجات الصوتية في الماء.
- نزّل حوض الماء. فنتشر الموجات الصوتية في الهواء. في هذه الحالة تتعلق سرعة الانتشار بمعامل الانضغاط  $\chi$  وبالكتلة الحجمية  $\rho$ . بالنسبة للهواء:  $\rho = 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3}$  و  $\chi = 8,65 \cdot 10^{-3} \text{ m.kg}^{-1}.\text{s}^2$ . في هذه الشروط، يعبر عن سرعة انتشار الموجات الصوتية بإحدى العلاقات التالية:

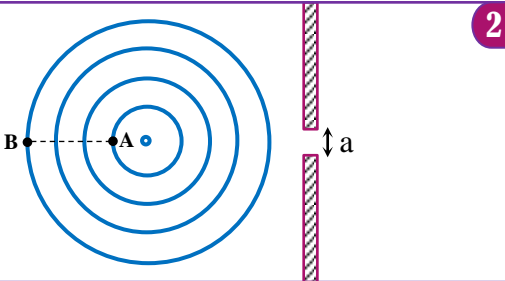
$$V_{\text{air}} = \sqrt{\rho \cdot \chi} \quad (3)$$

$$V_{\text{air}} = \frac{1}{\rho \cdot \chi} \quad (2)$$

$$V_{\text{air}} = \frac{1}{\sqrt{\rho \cdot \chi}} \quad (1)$$

- أ- باعتمادك على معادلة الأبعاد، أوجد العلاقة الصحيحة ثم احسب قيمة  $V_{\text{air}}$ .  
ب- قارن  $V_{\text{eau}}$  مع  $V_{\text{air}}$  واستنتج.

- 5 نأخذ الحوض المائي و نحدث فيه بواسطة هزاز تردده قابل للضبط أموجا دائرية متوالية جيبيية. نضيء الحوض بومضات فنحصل على توقف ظاهري للموجات عندما نضبط تردده على القيمة  $N_S = 10 \text{ Hz}$ . يمثل الشكل 2 خطوط الذرى للموجات بحيث  $AB = 15 \text{ cm}$ .  
نضيف لحوض الموجات صفيحتين أفقيتين تفصل بينهما مسافة  $a = 2 \text{ cm}$ .



- أ- حدد تردد الموجات N وطول الموجة  $\lambda$  واستنتج سرعة انتشار الموجات V.  
ب- قارن حركة اهتزاز النقطتين A و B.  
ج- عندما نضبط تردد الهزاز على القيمة  $N' = 15 \text{ Hz}$  نجد  $\lambda' = 4 \text{ cm}$ . احسب سرعة الانتشار  $V'$  في هذه الحالة ثم قارنها مع V. ماذا تستنتج ؟  
د - نضبط تردد الهزاز من جديد على القيمة  $10 \text{ Hz}$ . انقل الشكل 2 و ارسم شكل الموجات بعد اجتيازها للفتحة a ثم احسب قيمة الفرق الزاوي  $\theta$ .



سنة 1921 وضع الفيزيائي أوغست فرينيل (August Fresnel) فرضية أن الضوء موجة كهرومغناطيسية مستعرضة وأن التشوه الذي ينتشر هو عبارة عن مجال كهربائي ومجال مغناطيسي.

نستعمل بعض خاصيات الضوء لتحديد طول الموجة  $\lambda_0$  لموجة ضوئية منبعثة من جهاز لآزر ثم تحديد بعض المقادير الموجية في قلب ليف بصري. لتحقيق هذا الهدف نضيء شقا عرضه  $a = 4 \cdot 10^{-5} \text{ m}$  بضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ  $\lambda_0$ . ثم نضع شاشة (E) على مسافة  $D = 2 \text{ m}$  من الشق، فنشاهد على الشاشة بقع ضوئية أفقية (الوثيقة 3). بحيث يكون عرض البقعة المركزية هو  $L = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ .

نعطي: سرعة انتشار الضوء في الفراغ  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

- هل يوجد الشق في مستوى أفقي أم في مستوى رأسي ؟
- ارسم شكلا مبسطا تبرز فيه المقادير التالية: a و D و L و الفرق الزاوي  $\theta$ .
- ما اسم الظاهرة التي يبرزها الشكل الممثل في الوثيقة 3 جانبه ؟
- اذكر الشرط الذي يجب أن يحققه عرض الشق a لكي تحدث هذه الظاهرة.
- عبر عن الفرق الزاوي  $\theta$  بدلالة L و D. نأخذ:  $\tan \theta \approx \theta$ .
- استنتج تعبير طول الموجة  $\lambda_0$  بدلالة L و D و a. احسب قيمة  $\lambda_0$ . هل هذا الضوء مرئي ؟
- احسب التردد N والسرعة V وطول الموجة  $\lambda$  لهذه الموجة الضوئية عندما تنتشر في قلب ليف بصري معامل انكساره  $n = 1,5$ .

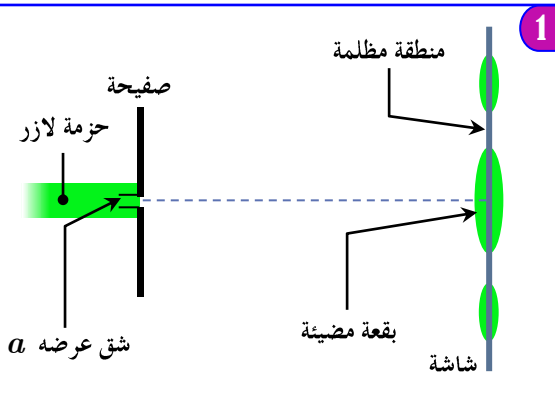


الشكل الملاحظ على الشاشة



خلال حصّة للأشغال التطبيقية، وضع التلاميذ صفيحة بها شق عرضه  $a = 40 \mu m$  أمام حزمة ضوئية منبعثة من جهاز لآزر طول موجته في الفراغ  $\lambda_0$ . فشاهدوا شكل الحيود على شاشة تبعد عن الصفيحة بمسافة  $D = 2,40 m$ .  
قام أحد التلاميذ بقياس عرض البقعة المركزية فوجد  $L = 66 mm$ .

نعتي: سرعة انتشار الضوء في الفراغ هي  $c = 3.10^8 m.s^{-1}$ .



في تجربة أخرى، نرسل هذه الموجة الضوئية عبر ليف بصري طوله  $l = 500 m$  ومعامل انكساره  $n$  بالنسبة لهذا الضوء.  
لقطع المسافة  $l$  يستغرق الضوء مدة  $\tau = 2,7 \mu s$ . احسب طول الموجة  $\lambda$  واستنتج معامل الانكسار  $n$ .

0,50

1,00

0,50

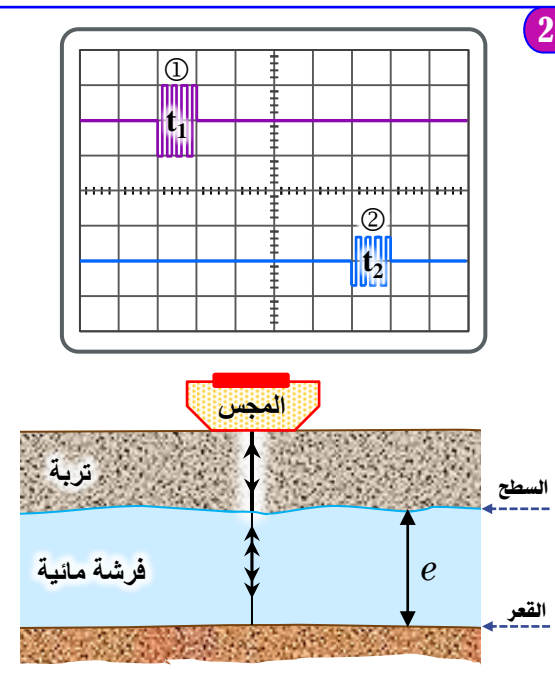
1,00

0,50

1,00

1,50

## الجزء الأول:



لتحديد السمك  $e$  لفرشة مائية جوفية نستعمل مجسا للموجات فوق الصوتية.  
يرسل المجس عند اللحظة  $t = 0$  إشارة فوق صوتية عمودية على السطح الحر للفرشة المائية فينعكس جزء من هذه الإشارة على هذا السطح بينما ينتشر الجزء الآخر في الفرشة المائية لينعكس مرة ثانية عند القعر.

■ يمثل التسجيل ① لحظة استقبال الإشارة المنعكسة على السطح الحر (لتكن اللحظة  $t_1$ ) ويمثل التسجيل ② لحظة استقبال الإشارة المنعكسة عند قعر الفرشة المائية (لتكن اللحظة  $t_2$ ) انظر الشكل 2 جانبه.

■ تردد هذه الموجات فوق الصوتية هو  $N = 200 kHz$ .

■ تنتشر الموجات فوق الصوتية في الماء بسرعة  $V_{eau} = 1500 m.s^{-1}$ .

■ الحساسية الأفقية:  $10 ms/div$ .

① هل الصوت موجة طولية أم موجة مستعرضة ؟

② احسب الدور  $T$  و طول الموجة  $\lambda_e$  للموجات فوق الصوتية المنتشرة في الماء.

③ باعتمادك على الرسم التذيبي والشكل المبسط الممثل في الشكل 2، أوجد

المدة الزمنية  $\Delta t$  التي تستغرقها الموجة فوق الصوتية لقطع المسافة  $e$ .

④ استنتج قيمة السمك  $e$  للفرشة المائية.

0,50

1,00

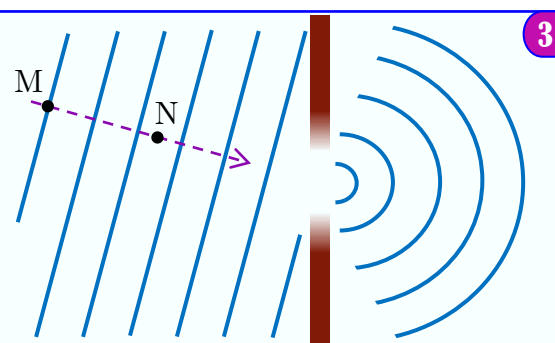
1,00

0,50

## الجزء الثاني:

نضع في حوض للموجات صفيحتين أفقيتين تفصل بينهما مسافة  $a$  ثم نحدث بواسطة هزاز ضبط تردده على القيمة  $N_s = 8,0 Hz$  أمواجاً مستقيمية جيئية مائلة بالنسبة لاتجاه الصفيحتين. تم تمثيل خطوط الذرى للموجات بخطوط مستقيمية وأخرى بخطوط دائرية (الشكل 3).

■ المسافة بين النقطتين  $M$  و  $N$  في الشكل جانبه هي:  $MN = 7,5 cm$ .



① أعط تعريف الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية.

② ما اسم الظاهرة التي يبرزها الشكل 3؟ وما هو شرط حدوثها ؟

③ احسب  $V$  سرعة انتشار الموجات المدروسة.

④ قارن حركة اهتزاز النقطتين  $M$  و  $N$ . علل جوابك.

⑤ غير تردد الهزاز ونضبطه على قيمة  $N' \neq N$ . في هذه الحالة تكون سرعة

انتشار الموجات هي  $V' = 0,32 m.s^{-1}$ .

قارن  $V$  و  $V'$  ، ماذا تستنتج ؟

0,50

1,00

1,00

1,00

0,50

### الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

#### الوحدة 4: التناقص الإشعاعي:

- ❗ معرفة مدلول الرمز  ${}^A_ZX$  وإعطاء تركيب النواة التي يمثلها.
- ❗ تعرف نظائر عنصر كيميائي.
- ❗ التعرف على مجالات استقرار وعدم استقرار النوى من خلال المخطط (N,Z) « مخطط سيغري » .
- ❗ تعريف نواة مشعة. واستغلال المخطط (N,Z) .
- ❗ معرفة واستغلال قانوني الانحفاظ.
- ❗ تعريف التفتتات النووية  $\alpha$  و  $\beta^+$  و  $\beta^-$  والانبعاث  $\gamma$ .
- ❗ كتابة المعادلات النووية بتطبيق قانوني الانحفاظ.
- ❗ التعرف على طراز التفتت النووي انطلاقا من معادلة نووية.
- ❗ معرفة واستغلال قانون التناقص الإشعاعي واستثمار المنحنى الذي يوافقه.
- ❗ معرفة أن 1Bq يمثل تفتتا واحدا في الثانية.
- ❗ تعريف ثابتة الزمن  $\tau$  و نصف العمر  $t_{1/2}$  .
- ❗ استغلال العلاقات بين الثابتة الإشعاعية  $\lambda$  و  $\tau$  و  $t_{1/2}$  .
- ❗ استعمال معادلة الأبعاد لتحديد وحدة  $\lambda$  و  $\tau$  .
- ❗ تحديد العنصر المشع المناسب لتأريخ حدث معين.

#### الوحدة 5: النوى – الكتلة و الطاقة:

- ❗ تعريف وحساب النقص الكتلي  $\Delta m$  وطاقة الربط  $E_f$ .
- ❗ تعريف وحساب طاقة الربط بالنسبة لنوية  $\mathcal{E}$  واستغلالها.
- ❗ استغلال منحنى أسطون لتحديد النوى الأكثر استقرارا.
- ❗ معرفة علاقة التكافؤ كتلة – طاقة وحساب طاقة الكتلة.
- ❗ استعمال مختلف وحدات الكتلة و الطاقة و العلاقة بين هذه الوحدات .
- ❗ تعريف الانشطار والاندماج.
- ❗ تحليل منحنى أسطون لاستجلاء الفائدة الطاقية للانشطار وللاندماج.
- ❗ كتابة معادلات التحولات النووية للانشطار وللاندماج بتطبيق قانوني الانحفاظ .
- ❗ تعرف نوع التفاعل النووي انطلاقا من المعادلة النووية.
- ❗ إنجاز الحصيعة الطاقية لتفاعل نووي باستعمال: طاقات الكتلة. طاقات الربط. مخطط الطاقة.
- ❗ حساب الطاقة المحررة (أو الناتجة) من طرف تفاعل نووي:  $E_{libérée} = |\Delta E|$  تمثل الطاقة الناتجة).
- ❗ تعرف بعض تطبيقات النشاط الإشعاعي ومعرفة بعض أخطاره.

نسبة الأهمية	المستويات المهارية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
التحولات النووية	4 %	10 %	2,8 %	8 %	

التناقص الإشعاعي.

النوى - الكتلة و الطاقة.

الحجم من المياه الجوفية الساكنة القيمة  $a_2 = 1,19 \cdot 10^{-6} \text{ Bq}$ .  
نفترض أن الكلور 36 هو المسؤول الوحيد عن النشاط الإشعاعي في المياه وأن نشاطه في المياه السطحية يساوي نشاطه في المياه الجوفية الساكنة لحظة تكون الفرشة المائية الجوفية والتي نأخذها أصلا للتواريخ.

حدد بالسنة عمر الفرشة المائية الجوفية المدروسة.

التمرين 3° : 30 min | Type BAC

يعتبر الرادون  $^{222}_{86}\text{Rn}$  من الغازات الحاملة و المشعة طبيعيا و ينتج عن التفتت الإشعاعي الطبيعي لمادة الأورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  الموجود في الصخور. يمثل استنشاق الرادون 222 ثاني أهم أسباب الإصابة بسرطان الرئة بعد التدخين. للحد من المخاطر الناجمة عم تعرض الأفراد لمادة الرادون توصي منظمة الصحة العالمية باعتماد  $100 \text{ Bq/m}^3$  كمستوى مرجعي و عدم تجاوز  $300 \text{ Bq/m}^3$  كحد أقصى.

● معطيات:

النواة أو الدقيقة	الرادون 222	النوترون	البروتون
الكتلة ب (u)	221,9703	1,0087	1,0073

✓ عمر النصف لنويدة الرادون 222:  $t_{1/2} = 3,9 \text{ jours}$ .

✓ الكتلة المولية للرادون:  $M(\text{Rn}) = 222 \text{ g.mol}^{-1}$ .

✓  $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$ .

✓ ثابتة أفوكادرو:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

(I) تفتت نويدة الأورانيوم 238 :

ينتج عن تفتت نويدة  $^{238}_{92}\text{U}$  نويدة  $^{222}_{86}\text{Rn}$  ودقائق  $\alpha$  و  $\beta^-$ .

① أعط تركيب نويدة  $^{222}_{86}\text{Rn}$ .

② احسب ب MeV طاقة الربط للنواة  $^{222}_{86}\text{Rn}$ .

③ استنتج طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة الرادون 222.

④ حدد عدد التفتتات من نوع  $\alpha$  و عدد التفتتات من نوع  $\beta$  الناتجة عن هذا التحول.

(II) التحقق من جودة الهواء داخل مسكن:

عند لحظة  $t_0 = 0$  نعتبرها أصلا للتواريخ، أعطى قياس نشاط الرادون 222 في كل متر مكعب من الهواء المتواجد في مسكن القيمة  $a_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ Bq}$ .

① حدد ، عند  $t_0$  ، كتلة الرادون المتواجد في كل متر مكعب من هذا المسكن.

② احسب عدد الأيام اللازمة لكي تصبح قيمة النشاط الإشعاعي داخل المسكن تساوي الحد الأقصى المسموح به من طرف منظمة الصحة العالمية.

التمرين 1° : 20 min | Appli

أتم الجدول التالي:

المعادلة النووية	طراز التفتت النووي
$^{14}_6\text{C} \longrightarrow ^{14}_7\text{N} + \dots\dots$	.....
$^{80}_{35}\text{B} \longrightarrow \dots\dots + ^0_1\text{e}$	.....
$^{16}_8\text{O}^* \longrightarrow ^{16}_8\text{O} + \dots\dots$	.....
$^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + \dots\dots$	.....
$^{24}_{12}\text{Mg}^* \longrightarrow \dots\dots + \dots\dots$	$\gamma$
$^{13}_7\text{N} \longrightarrow \dots\dots\text{C} + \dots\dots$	$\beta^+$
$^{32}_{15}\text{P} \longrightarrow \dots\dots\text{S} + \dots\dots$	$\beta^-$
$^{234}_{92}\text{U} \longrightarrow \dots\dots\text{Th} + \dots\dots$	$\alpha$

التمرين 2° : 20 min | Type BAC

تحتوي المياه الطبيعية على الكلور 36 الإشعاعي النشاط و الذي يتجدد باستمرار في المياه السطحية بحيث يبقى تركيزه ثابتا، عكس المياه الجوفية الساكنة التي يتناقص فيها تدريجيا مع الزمن.

● معطيات:

النواة أو الدقيقة	الكلور 36	النوترون	البروتون	الإلكترون
الرمز	$^{36}_{17}\text{Cl}$	$^1_0\text{n}$	$^1_1\text{p}$	$^0_{-1}\text{e}$
الكتلة ب (u)	35,9590	1,0087	1,0073	0,00055

✓ عمر النصف للكلور 36 :  $t_{1/2} = 3,01 \cdot 10^5 \text{ ans}$ .

✓  $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$ .

✓ كتلة نويدة الأرغون 36 :  $m(^{36}\text{Ar}) = 35,9577 \text{ u}$ .

(I) تفتت نويدة الكلور 36 :

ينتج عن تفتت نويدة الكلور  $^{36}_{17}\text{Cl}$  نويدة الأرغون  $^{36}_{18}\text{Ar}$ .

① أعط تركيب نويدة الكلور  $^{36}_{17}\text{Cl}$ .

② احسب ب MeV طاقة الربط لنواة الكلور 36.

③ اكتب معادلة هذا التفتت و حدد نوع نشاطه الإشعاعي.

④ حدد ب MeV الطاقة الناتجة عن تفتت نواة واحدة من الكلور 36.

(II) تأريخ فرشاة مائية ساكنة:

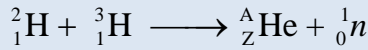
أعطى قياس النشاط الإشعاعي، عند لحظة  $t$ ، لعينة من المياه السطحية القيمة  $a_1 = 11,7 \cdot 10^{-6} \text{ Bq}$  ولعينة أخرى لها نفس



ينتج عن تفتت الصوديوم  $^{24}_{11}\text{Na}$  نواة المغنيزيوم  $^{24}_{12}\text{Mg}$  ودقيقة X.

- 1 تعرف على الدقيقة X ثم حدد طراز التفتت النووي للصوديوم 24.
- 2 هل يمكن لنواة الصوديوم أن يكون لها نشاط إشعاعي  $\alpha$  ؟
- 3 احسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة  $E_{\text{lib}}$  خلال هذا التفتت.
- 4 حدد بالوحدة J/nucleon ، طاقة الربط بالنسبة لنوية  $^{24}_{11}\text{Na}$  الصوديوم.
- 5 احسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة خلال تفتت كتلة  $m=10\text{g}$  من نوى الصوديوم 24.

تكوّن الهيليوم انطلاقاً من الدوتريوم و التريسيوم (نظير الهيدروجين) هو تفاعل اندماج نووي يحدث تلقائياً وباستمرار في قلب النجوم محمراً طاقة هائلة. وقد حاول الإنسان إحداث هذا التفاعل في المختبر من أجل استغلال الطاقة الحرة والتحكم في استعمالها عند الضرورة. لكن الطريق لأزال طويلاً للتغلب على مختلف العوائق التقنية.

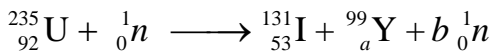


معطيات:

النوترون	الهيليوم	التريسيوم	الدوتريوم	النواة أو الدقيقة
1,00866	4,00150	3,01550	2,01355	(u) الكتلة بـ

$$1\text{u}=931,5 \text{ MeV}\cdot\text{c}^{-2}$$

- 1 أعط تعريف الاندماج النووي.
- 2 حدد العددين A و Z محددا القوانين المستعملة.
- 3 احسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة  $E_{\text{lib}}$  خلال هذا التفاعل النووي (تفاعل الاندماج النووي)
- 4 يمكن للأورانيوم  $^{235}_{92}\text{U}$  أن ينشط عند قذفه بنوترون في مفاعل نووي يعمل بالماء المضغوط (REP) وفق المعادلة التالية.



- أ- ما اسم هذا النوع من التفاعل النووي.
- ب- حدد العددين a و b.
- ج- ماذا تتوقع حدوثه لو لم يتم مراقبة هذا التحول داخل المفاعل النووي بفصل النوترونات المحررة.
- 5 تحتوي عينة من التربة على عنصر التريسيوم المشع . عند اللحظة  $t_1=1,5\text{ans}$  يكون النشاط الإشعاعي لهذه العينة هو  $a_1=1,8\cdot 10^6\text{Bq}$  ، و يكون نشاطها الإشعاعي  $a_2=1,6\cdot 10^6\text{Bq}$  عند اللحظة  $t_2=4\text{ans}$  . حدد النشاط الإشعاعي  $a_3$  للعينة المدروسة عند اللحظة  $t_3=12,4 \text{ ans}$

إرشادات:

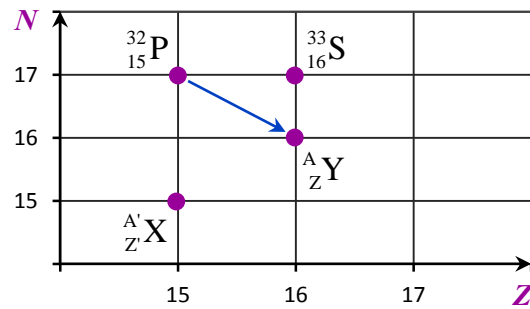
لحساب  $a_3$  حدد أولاً الثابتة الإشعاعية  $\lambda$  .

عند إصابة النخاع العظمي بداء الفاكيز يحدث تكاثر غير طبيعي في عدد الكريات الحمراء للدم، و لمعالجته يتم اللجوء إلى الحقن الوريدي للمريض بمحلول يحتوي على الفوسفور  $^{32}_{15}\text{P}$  الإشعاعي النشاط الذي يلتصق بشكل انتقائي بالكريات الحمراء الزائدة في الدم فيدمرها بفعل الإشعاع المنبعث منه.

معطيات:

النواة أو الدقيقة	الفوسفور 32	النوترون	البروتون
الكتلة بـ (u)	31,965678	1,00866	1,00728

- ثابتة النشاط الإشعاعي للفوسفور 32:  $\lambda=4,84\cdot 10^{-2} \text{ jours}^{-1}$
- $1\text{u}=931,5 \text{ MeV}\cdot\text{c}^{-2}$



المخطط  
(N,Z)

- 1 أذكر الفرق بين نظيرين لعنصر كيميائي.
- 2 اعتماداً على المخطط (N,Z) الممثل أعلاه:
  - أ- حدد النوية  $^A_Z\text{Y}$  المشار إليها في المخطط.
  - ب- اكتب معادلة التفتت الموافقة لتحول النوية  $^{32}_{15}\text{P}$  إلى النوية  $^A_Z\text{Y}$  ، محددا طراز التفتت.
  - 3 نعتبر النويدتين  $^{32}_{15}\text{P}$  و  $^A_Z\text{X}$  (انظر المخطط).
    - أ- احسب  $\mathcal{E}(^{32}\text{P})$  طاقة الربط بالنسبة لنوية النوية  $^{32}_{15}\text{P}$  .
    - ب- حدد ، معللاً جوابك، النوية الأكثر استقراراً من بين النويدتين  $^{32}_{15}\text{P}$  و  $^A_Z\text{X}$  ، علماً أن طاقة الربط بالنسبة لنوية النوية  $^A_Z\text{X}$  هي  $\mathcal{E}(^A_Z\text{X})=8,35 \text{ MeV/nucleon}$  .
- 4 تم حقن مريض عند اللحظة (t=0) بجرعة من دواء يحتوي على الفوسفور  $^{32}\text{P}$  . يتعذر مفعول الدواء في جسم المريض عندما يصبح النشاط الإشعاعي للعينة مساوياً لـ 1% من قيمته البدئية (a=a<sub>0</sub>/100) . حدد بالأيام (jours) المدة الزمنية اللازمة لانعدام مفعول الدواء.

معطيات:

- كتلة النواة  $^{24}_{12}\text{Mg}$  : 23,97846 u
- كتلة النواة  $^{24}_{11}\text{Na}$  : 23,98493 u
- كتلة الإلكترون : 0,00055 u
- كتلة البروتون : 1,00728 u
- كتلة النوترون : 1,00866 u
- $1\text{MeV}=1,6\cdot 10^{-13} \text{ J}$  و  $1\text{u}=931,5 \text{ MeV}/\text{c}^2$

## التمرين : 7° | 20 min | Type BAC

تعتبر طريقة التأريخ بالكربون 14 من بين التقنيات المعتمدة من طرف العلماء قصد تحديد أعمار بعض الحفريات و الصخور، إذ تبقى نسبة الكربون 14 ثابتة في الغلاف الجوي و في الكائنات الحية و عند موت هذه الأخيرة تتناقص فيها هذه النسبة بسبب النشاط الإشعاعي.

### • معطيات :

النواة أو الدقيقة	الكربون $^{14}_6\text{C}$	الأزوت $^{14}_7\text{N}$	الإلكترون
الكتلة بـ (u)	13,9999	13,9992	0,0005

عمر النصف لنواة الكربون 14 هو :  $t_{1/2} = 5570 \text{ ans}$

$1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

نويدة الكربون  $^{14}_6\text{C}$  إشعاعية النشاط ينتج عن تفتتها التلقائي نويدة الأزوت  $^{14}_7\text{N}$

- 1 أعط تعريف النشاط الإشعاعي.
- 2 اكتب معادلة هذا التفتت و حدد نوع النشاط الإشعاعي.
- 3 أعط تركيب النواة المتولدة.
- 4 احسب بـ MeV الطاقة  $\Delta E$  الناتجة عن تفتت نويدة الكربون 14.
- 5 تم العثور من طرف علماء الحفريات على تمثال من خشب نشاطه الإشعاعي 135 Bq .  
علما أن نشاط قطعة خشبية حديثة لها نفس الكتلة و من نفس نوع الخشب الذي صنع منه التمثال هو 165 Bq .  
حدد بالسنة العمر التقريبي للتمثال الخشبي.

## التمرين : 8° | 30 min | Type BAC

يستعمل علماء الجيولوجيا و الفلكيون طريقة التأريخ بالبوتاسيوم-أرغون لتحديد عمر الصخور القديمة و النيازك ...

### • معطيات :

النواة أو الدقيقة	البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$	الأرغون $^{40}_{18}\text{Ar}$	البوزيترون
الكتلة بـ (u)	39,9740	39,9624	0,0005

- عمر النصف لنواة للبوتاسيوم 40 هو :  $t_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9 \text{ ans}$  ;
- عمر النصف لنواة الكربون 14 هو :  $t_{1/2} = 5570 \text{ ans}$  ;
- الكتل المولية :  $M(^{40}\text{K}) = M(^{40}\text{Ar})$  ;
- $1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$  .

نويدة البوتاسيوم  $^{40}_{19}\text{K}$  إشعاعية النشاط ينتج عن تفتتها التلقائي نويدة الأرغون  $^{40}_{18}\text{Ar}$

- 1 اكتب معادلة تفتت النويدة  $^{40}_{19}\text{K}$  مع تحديد طراز التفتت النووي.
- 2 احسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة خلال هذا التحول النووي.
- 3 تبين من خلال تحليل عينة صخرية للبالزالت أنها تحتوي عند لحظة t على الكتلة  $m_K = 1,57 \text{ mg}$  من البوتاسيوم 40 و على الكتلة  $m_{Ar} = 0,025 \text{ mg}$  من الأرغون 40 .  
نعتبر أن صخرة البالزالت تكونت عند لحظة  $t_0 = 0$  و أن الأرغون 40

المتواجد في الصخرة نتج فقط عن تفتت البوتاسيوم 40 .

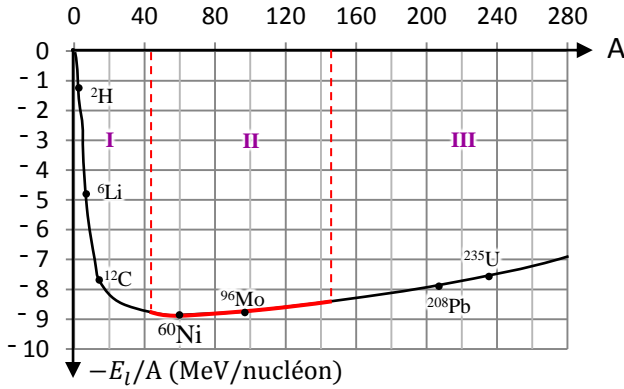
$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \left( 1 + \frac{m_{Ar}}{m_K} \right)$$

بين أن تعبير عمر الصخرة المعدنية هو :  
ثم احسب t بالسنة.

4 هل يمكن استعمال الكربون 14 لتأريخ هذا الحدث ؟

## التمرين : 9° | 20 min | Type BAC+

نعتبر منحنى أسطون الممثل أسفله.



- 1 ما هو المدلول الفيزيائي أسطون Aston ؟
- 2 أين تتواجد النوى الأكثر استقرارا على المنحنى ؟ علل جوابك .
- 3 قارن استقرار نواة الأورانيوم 235 و نواة الرصاص 208 .
- 4 عين مبيانيا رتبة قدر طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة النيكل 60 .
- 5 استنتج طاقة الربط  $E_l$  لنواة النيكل 60 .
- 6 عين مجال النويدات القابلة للاندماج و مجال النويدات القابلة للاندماج و مجال النويدات الأكثر استقرارا.

## التمرين : 10° | 20 min | Type BAC

يستعمل الأستات 211 ، إشعاعي النشاط  $\alpha$  ، في الطب النووي لتشخيص و تتبع تطور بعض الأورام السرطانية .  
ينتج عن تفتت نواة الأستات  $^{211}_{85}\text{At}$  النظير  $^{211}_{84}\text{Bi}$  لعنصر البيزموث .  
يمثل الشكل التالي ( أعلى الصفحة 5 ) منحنى تغيرات  $\ln(N)$  بدلالة الزمن t ، مع N عدد نوى الأستات 211 المتبقية عند اللحظة t .

1 نواة البيزموث الناتجة عن تفتت النواة  $^{211}_{85}\text{At}$  هي :

$^{208}_{84}\text{Bi}$ ■	$^{207}_{83}\text{Bi}$ ■	$^{207}_{82}\text{Bi}$ ■	$^{206}_{83}\text{Bi}$ ■
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

2 يساوي عمر النصف  $t_{1/2}$  للأستات 211 بالساعات (h) :

$t_{1/2} \approx 27,3$ ■	$t_{1/2} \approx 7,17$ ■	$t_{1/2} \approx 5,50$ ■	$t_{1/2} \approx 4,19$ ■
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

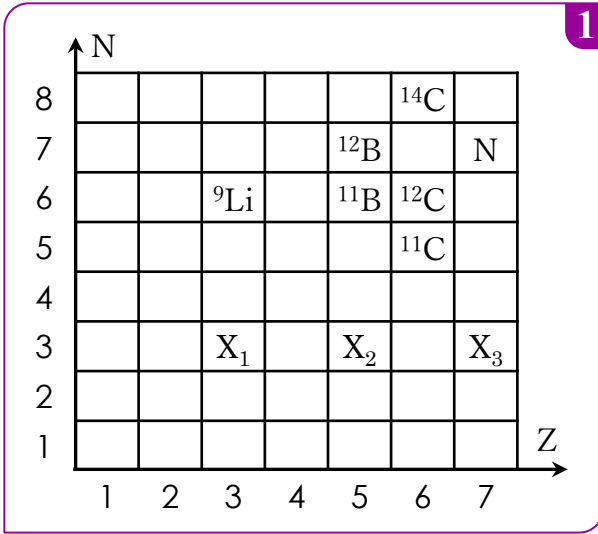
3 نعتبر عينة مشعة من الأستات 211 ، نشاطها الإشعاعي البدئي  $a_0$  و نشاطها الإشعاعي عند لحظة t هو  $a(t)$  .

عند اللحظة  $t_1 = 3 \cdot t_{1/2}$  تساوي النسبة  $\frac{a(t_1)}{a_0}$  القيمة :

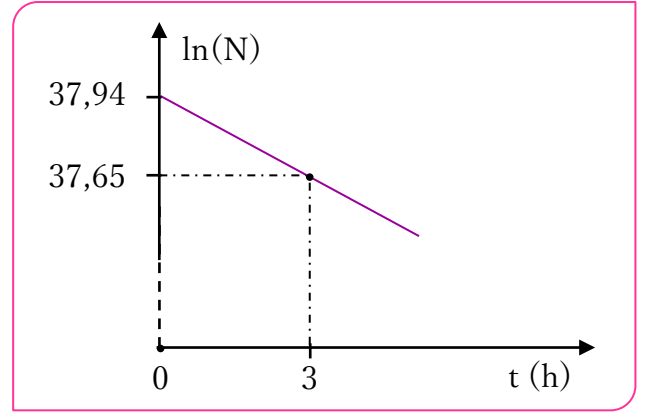
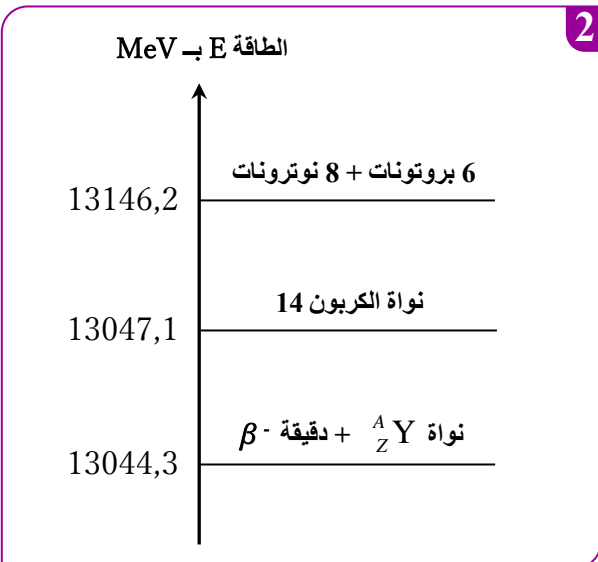
$\frac{1}{9}$ ■	$\frac{1}{8}$ ■	$\frac{1}{6}$ ■	$\frac{1}{3}$ ■
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

## التمرين : 12° | 30 min | Type BAC+

يعطي الشكل 1 الممثل أسفله جزءا من مخطط سيفري (N,Z).

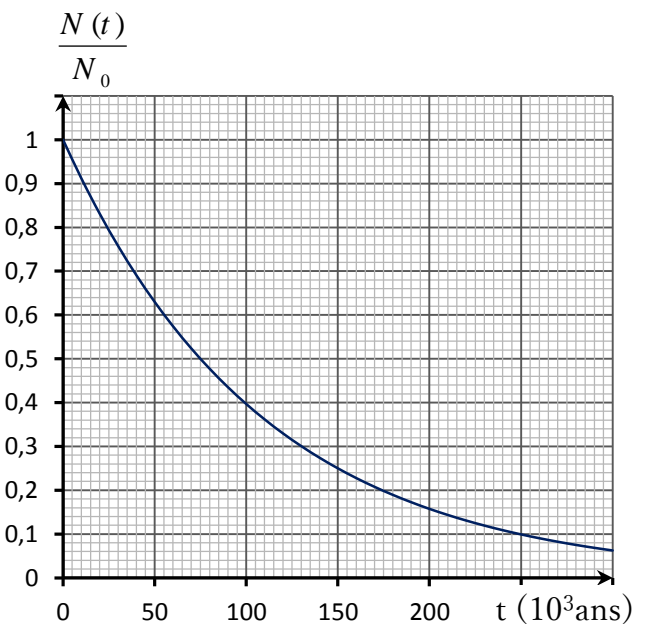


1. نواة الكربون 14 إشعاعية النشاط  $\beta^-$  ينتج عن تفتتها نواة  ${}^A_ZY$ .
1. اكتب معادلة التفتت النووي للكربون 14 محددا النواة المتولدة  ${}^A_ZY$ .
2. تفتت نواة الكربون  ${}^{11}_6C$  لتعطي نواة البور  ${}^A_ZB$ .
2. اكتب معادلة هذا التحول النووي محددا العددين A' و Z'.
3. اعتمادا على مخطط الطاقة الممثل في الشكل 2:
- أ- أوجد طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة الكربون 14.
- ب- أوجد القيمة المطلقة للطاقة الناتجة عن تفتت نواة الكربون 14.
4. نأخذ قطعة من خشب قديم كتلتها  $m=0,295\text{ g}$ ، فنجد أن هذه العينة تعطي 1,40 تفتتات في الدقيقة.
4. نعتبر أن التفتتات الملاحظة ناتجة فقط عن نوى الكربون 14 الموجودة في العينة المدروسة.
- أ- عرف النشاط الإشعاعي 1 Bq.
- ب- احسب نشاط هذه العينة بالوحدة (Bq).
- ج- حدد N عدد نوى الكربون 14 الموجودة في هذه القطعة الخشبية.
- علمنا أن عمر النصف للكربون 14 هو  $t_{1/2}=5570\text{ ans}$ .
5. تعرف على النويدات  $X_1$  و  $X_2$  و  $X_3$ .



## التمرين : 11° | 20 min | Type BAC

- تتولد عن تفتت نواة الثوريوم  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  نواة الراديوم  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ .
1. اكتب معادلة هذا التفاعل النووي محددا طبيعة الإشعاع المنبعث.
  2. نسي N(t) عدد نوى الثوريوم 230 الموجود في عينة من المرجان عند لحظة t ونسي  $N_0$  عدد هذه النوى عند  $t=0$ .
  - يمثل المبيان أسفله تطور النسبة  $\frac{N(t)}{N_0}$  بدلالة الزمن.
  - تحقق أن عمر النصف للثوريوم 230 هو  $t_{1/2}=7,5.10^4\text{ ans}$ .
  3. يستعمل المبيان أسفله لتاريخ حدث معين من ترسب بحري.
  - أخذت، من قعر المحيط، عينة لها شكل أسطوانة ارتفاعها h. بين تحليل جزء كتلته m، أخذ من القاعدة العليا لهذه العينة أنه يحتوي على الكتلة  $m_S=30\text{ }\mu\text{g}$  من الثوريوم 230 وبين تحليل جزء له نفس الكتلة أخذ من القاعدة السفلى أنه يحتوي على كتلة  $m_P=1,2\text{ }\mu\text{g}$  من الثوريوم 230.
  - نأخذ أصل التواريخ  $t=0$  حيث تكون كتلة الثوريوم 230 هي  $m_0=m_S$ .
  - أوجد بالسنة عمر الجزء المأخوذ من القاعدة السفلى للعينة.





! « يجب إعطاء التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية وإرفاق كل نتيجة بوحدتها الملائمة مع احترام عدد الأرقام المعبرة ».

6 نقط | 30 min

فيزياء 2 | بعض تطبيقات النشاط الإشعاعي

معطيات:

$$t_{1/2}(^{14}\text{C}) = 5700 \text{ ans}$$

$$N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$M(^{14}\text{C}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

$$m(^{16}\text{O}) = 15,9905 u$$

$$m(^A\text{X}) = 4,0015 u$$

$$m(^{13}\text{N}) = 13,00574 u$$

$$m_p = 1,00728 u$$

$$m_n = 1,00866 u$$

سلم  
التنقيط

### — الجزء الأول: دراسة نويدة الأزوت-13 المستعملة في الطب.

الأزوت 13 نظير إشعاعي النشاط لعنصر الأزوت ، يستعمل في الطب لمعالجة الأمراض الرئوية ولتصوير تدفق الدم في عضلة القلب. ينتج عن تفتت نويدة الأزوت  $^{13}_7\text{N}$  نويدة الكربون  $^{13}_6\text{C}$ .

① اكتب معادلة هذا التفتت ثم حدد طراز النشاط الإشعاعي المنبعث.

0,75

② أعط تركيب نواة الأزوت 13.

0,50

③ تحقق أن طاقة الربط لنواة الأزوت 13 هي  $E_l(^{13}\text{N}) = 90,523 \text{ MeV}$ .

0,75

④ استنتج  $E_N$  طاقة الربط بالنسبة لنواة الأزوت 13.

0,50

⑤ طاقة الربط بالنسبة لنواة الكربون 13 هي  $E_C = 7,466 \text{ MeV/nucleon}$  ، حدد النواة الأكثر استقرارا من بين النواتين  $^{13}\text{N}$  و  $^{13}\text{C}$ .

0,50

⑥ يتم إنتاج الأزوت 13 عن طريق التفاعل بين نواة الأوكسيجين 16 و بروتون سريع وفق المعادلة التالية:  $^{16}_8\text{O} + ^1_1\text{p} \longrightarrow ^{13}_7\text{N} + ^A_Z\text{X}$  .  
أ- بتطبيق قوانين الانحفاظ ، حدد العددين A و Z ثم تعرف على النواة  $^A_Z\text{X}$  .

0,50

ب- احسب بالوحدة MeV الطاقة  $\Delta E$  الناتجة عن هذا التفاعل النووي. هل هذا التفاعل ناشر للطاقة أم ماص للطاقة ؟

0,75

### — الجزء الثاني: التأريخ بالكربون-14 المشع.

تم العثور في مغارة تعود لما قبل التاريخ على قطعة خشبية متحجرة تحتوي على كتلة  $m = 2.10^{-12} \text{ g}$  من الكربون-14. قطعة أخرى لها نفس الكتلة قطعت حديثا من شجرة من نفس نوع الخشب ، تحتوي على كتلة  $m_0 = 9.10^{-12} \text{ g}$  من  $^{14}\text{C}$ .

① ما المدلول الفيزيائي لعمر النصف  $t_{1/2}$  ؟

0,50

② تحقق أن النشاط a للقطعة الخشبية القديمة هو  $a = 0,332 \text{ Bq}$ .

0,50

③ باعتمادك على قانون التناقص الإشعاعي، بين أن تعبير  $t$ ، عمر القطعة الخشبية، يكتب على شكل:  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{m_0}{m}\right)$  . احسب t بالسنة.

1,00

④ أعلنت وزارة الثقافة المغربية، يوم 7 يونيو 2017، أن فريقا علميا مغربيا ألمانيا اكتشف بقايا أقدم إنسان لصنف الإنسان العاقل في موقع جبل إيغود بإقليم اليوسفية وسط المملكة. وأوضحت أنه تم تحديد عمر هذه البقايا والأدوات بنحو 300 ألف سنة.

0,50

هل يمكن استعمال تقنية التأريخ بالكربون 14 لتأريخ هذه البقايا والأدوات ؟ علل جوابك.

## - الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد -

## الوحدة 6: ثنائي القطب RC le Dipôle :

- تمثيل التوترين  $u_R$  و  $u_C$  في الاصطلاح مستقبل وتحديد شحنتي لبوسي مكثف .
- معرفة العلاقة  $q = C.u_C$  بالنسبة لمكثف في الاصطلاح مستقبل.
- معرفة واستغلال العلاقة  $i = \frac{dq}{dt}$  .
- معرفة مدلول C سعة مكثف ووحدتها F (الفرايد Farad) والوحدات الجزئية (mF) و ( $\mu F$ ) و (nF) و (pF) .
- تحديد سعة مكثف مبيانيا وحسابيا.
- معرفة سعة المكثف المكافئ للتركيب على التوالي والتركيب على التوازي والفائدة من كل تركيب.
- إثبات المعادلة التفاضلية والتحقق من حلها عندما يكون ثنائي القطب خاضعا لرتبة توتر.
- تحديد تغيرات التوتر  $u_C(t)$  (الاستجابة) بين مربطي مكثف عند خضوع ثنائي القطب لرتبة توتر واستنتاج تغيرات شدة التيار  $i$  والشحنة  $q$  .
- معرفة أن التوتر بين مربطي المكثف دالة زمنية متصلة وأن شدة التيار دالة غير متصلة.
- معرفة واستغلال تعبير ثابتة الزمن  $\tau$  . و تعرف وتمثيل منحنيات تغير التوتر بين مربطي المكثف والمقادير المرتبطة به بدلالة الزمن واستغلالها.
- استعمال معادلة الأبعاد لتحديد بعد أو وحدة  $\tau$  .
- استغلال وثائق تجريبية لـ : ✓ تعرف التوترات الملاحظة؛
- إبراز تأثير R و C على عمليتي الشحن والتفريغ؛
- تعيين ثابتة الزمن  $\tau$  .
- اقتراح تبيانة تركيب تجريبي لدراسة استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر.
- معرفة كيفية ربط راسم التذبذب ونظام مسك معلوماتي لمعاينة مختلف توترات.
- تحديد تأثير R و C وسع رتبة التوتر على استجابة ثنائي القطب RC.
- معرفة وإثبات واستغلال تعبير الطاقة الكهربائية المخزونة في مكثف.

## الوحدة 7: ثنائي القطب RL le Dipôle :

- تمثيل التوترين  $u_R$  و  $u_L$  في الاصطلاح مستقبل.
- معرفة واستغلال تعبير التوتر  $u_L = r.i + L \frac{di}{dt}$  بالنسبة للوشيعية في الاصطلاح مستقبل.
- معرفة مدلول المقادير الواردة في تعبير التوتر  $u_L$  ووحداتها.
- تحديد مميزتي وشيعة ( معامل التحريض L و المقاومة r ) انطلاقا من نتائج تجريبية.
- إثبات المعادلة التفاضلية والتحقق من حلها عندما يكون ثنائي القطب RL خاضعا لرتبة توتر.
- تحديد تغيرات شدة التيار  $i$  (الاستجابة) عند خضوع ثنائي القطب RL لرتبة توتر واستنتاج تغيرات التوتر بين مربطي وشيعة ومربطي مقاومة.
- معرفة أن الوشيعة تؤخر إقامة وانعدام التيار الكهربائي، وأن شدته دالة زمنية متصلة وأن التوتر دالة غير متصلة عند  $t=0$  .
- معرفة واستغلال تعبير ثابتة الزمن. و تعرف وتمثيل منحنيات شدة التيار  $i(t)$  المار في الوشيعة والمقادير المرتبطة به بدلالة الزمن واستغلالها.
- استعمال معادلة الأبعاد لتحديد وحدة  $\tau$  .
- استغلال وثائق تجريبية لـ : ✓ تعرف التوترات الملاحظة؛
- إبراز تأثير R و L على استجابة ثنائي القطب RL؛
- تعيين ثابتة الزمن  $\tau$  .
- اقتراح تبيانة تركيب تجريبي لدراسة استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر.
- معرفة كيفية ربط راسم التذبذب ونظام مسك معلوماتي لمعاينة مختلف التوترات.
- تحديد تأثير R و L وسع رتبة التوتر على استجابة ثنائي القطب RL.
- معرفة وإثبات واستغلال تعبير الطاقة المغنطيسية المخزونة في وشيعة.

## الوحدة 8: الذبذبات الحرة في دارة متوالية RLC :

- RLC معرفة الأنظمة الثلاثة للذبذب: الدوري و شبه الدوري و اللادوري.
- RLC تعرف وتمثيل منحنيات تغير التوتر بين مربطي المكثف بدلالة الزمن بالنسبة للأنظمة الثلاثة واستغلالها.
- RLC إثبات المعادلة التفاضلية للتوتر بين مربطي المكثف أو الشحنة  $q(t)$  في حالة الخمود و التحقق من حلها في حالة الخمود المهمل.
- RLC معرفة واستغلال تعبير الشحنة  $q(t)$ ، واستنتاج واستغلال تعبير شدة التيار  $i(t)$  المار في الدارة.
- RLC معرفة واستغلال تعبير الدور الخاص  $T_0$  و معرفة مدلول المقادير المعبرة عنه ووحداتها.
- RLC تفسير الأنظمة الثلاث من منظور طاقي.
- RLC معرفة واستغلال مخططات الطاقة و تعبير الطاقة الكلية للدارة.
- RLC معرفة دور جهاز الصيانة المتجلي في تعويض الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة.
- RLC إثبات المعادلة التفاضلية بين مربطي المكثف أو الشحنة  $q(t)$  في حالة دارة RLC مصانة باستعمال مولد يعطي توترا يتناسب اطرادا مع  $i(t)$ .
- RLC استغلال وثائق تجريبية ل:
- تعرف التوترات الملاحظة؛
- تعرف أنظمة الخمود؛
- إبراز تأثير  $R$  و  $L$  و  $C$  على ظاهرة التذبذبات؛
- تحديد شبه الدور  $T$  والدور الخاص  $T_0$ .
- RLC اقتراح تبيانة تركيب تجريبي لدراسة التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية.
- RLC معرفة كيفية ربط راسم التذبذب و نظام مسك معلوماتي لمعينة مختلف توترات.

## الوحدتين 9+10: الموجات الكهرمغناطيسية ، نقل المعلومات - تضمين الوسع:

- معرفة أهم العمليات اللازمة لتحويل المعلومات إلى رسائل شفوية أو كتابية.
- معرفة سرعة نقل المعلومات.
- معرفة أن الضوء عبارة عن موجات كهرمغناطيسية ذات ترددات معينة.
- معرفة أن الموجة الكهرمغناطيسية المرسلّة عبر هوائي لها نفس تردد الإشارة الكهربائية المرسلّة، ونفس الشيء عند الاستقبال.
- معرفة التعبير الرياضي لتوتر جيبي.
- معرفة أن نقل المعلومات بواسطة موجة كهرمغناطيسية يتم دون نقل للمادة ولكن بنقل للطاقة .
- معرفة أن الهوائي يمكن توظيفه كمرسل وكمستقبل (جهاز الهاتف المحمول مثلا).
- معرفة أن تضمين الوسع هو جعل الوسع المضمنّ عبارة عن دالة تألفية للتوتر المضمنّ (*tension modulante*) .
- معرفة شروط تفادي ظاهرة فوق التضمين (*surmodulation*) .
- تعرف مراحل تضمين الوسع.
- استغلال المنحنيات المحصلة تجريبيا.
- تعرف مكونات دارة كهربائية لتضمين الوسع وإزالة التضمين انطلاقا من تبيانها.
- معرفة دور مختلف المرشحات *Filtres* المستعملة.
- معرفة واستغلال طيف الترددات.
- تعرف مراحل إزالة التضمين.
- معرفة شروط الحصول على تضمين الوسع وعلى كشف الغلاف بجودة عالية .
- معرفة دور الدارة السدادة للتيار (*circuit bouchon*) LC في انتقاء توتر مضمنّ.
- تعرف المكونات الأساسية التي تدخل في تركيب جهاز الاستقبال للراديو AM ودورها في عملية إزالة التضمين.

نسبة الأهمية	المستويات المهنية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
	الكهرباء	10,5 %	10 %	7,35 %	21 %

تمرين رقم 3° | 35 min | Type BAC

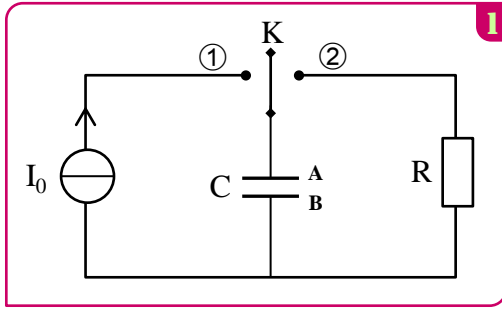
شحن مكثف بواسطة مولد مؤتمل للتيار

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 و المكون من العناصر التالية:

- مولد مؤتمل للتيار، يزود الدارة بتيار شدته  $I_0 = 1 \text{ mA}$
- مكثف سعته  $C$  غير مشحون بدنيا.
- موصل أومي مقاومته  $R$ .
- قاطع تيار  $K$  ذي موضعين (الموضع ① والموضع ②).

**الطريقة الأولى:** عند اللحظة  $t=0$  نؤرجح قاطع التيار  $K$  إلى الموضع ①

ثم نتتبع تغيرات التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2.



① حدد اللبوس الذي يحمل الشحنة الكهربائية السالبة (A أو B).

② بين أن تعبير التوتر بين مربطي المكثف يكتب:  $u_C = \frac{I_0}{C} \cdot t$

③ تحقق أن  $C = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ F}$

④ أحسب الطاقة الكهربائية  $E_e$  المخزنة في المكثف عند  $t=3\text{s}$

**الطريقة الثانية:** عندما يصبح التوتر بين مربطي المكثف 10V نؤرجح

قاطع التيار  $K$  إلى الموضع ② فنحصل على منحنى الشكل 3.

① أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف.

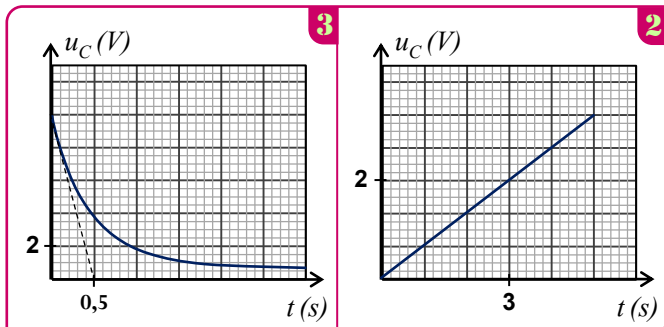
② يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل  $u_C = A \cdot e^{-\alpha \cdot t}$

حدد تعبير  $\alpha$  من الثابتين  $A$  و  $\alpha$  بدلالة برامترات الدارة.

③ حدد قيمة  $\tau$  ثم استنتج قيمة المقاومة  $R$ .

④ بين أن التعبير العددي لشدة التيار هو:  $i = -0,03 e^{-2t}$

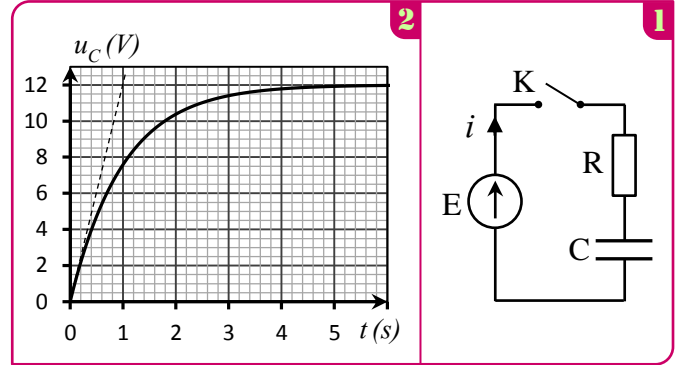
⑤ اشرح كيف يجب اختيار المقاومة  $R$  لضمان تفريغ أسرع للمكثف.



تمرين رقم 1° | 25 min | Appli

لتحديد سعة مكثف ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1، والمكون من العناصر التالية:

- مولد مؤتمل للتوتر الكهربائي قوته الكهربائية  $E = 12 \text{ V}$
  - موصل أومي مقاومته  $R = 1 \text{ k}\Omega$
  - مكثف غير مشحون سعته  $C$  و قاطع للتيار  $K$  وأسلاك الربط.
- عند اللحظة  $t=0$  نغلق قاطع التيار  $K$  ثم نتتبع، بواسطة وسيط معلوماتي ملائم، تغيرات التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن. فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2.



① مثل على الشكل 1، في الاصطلاح مستقبل، التوترين  $u_C$  و  $u_R$

② بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف

تكتب على شكل:  $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$

③ أوجد تعبير الثابتين  $A$  و  $\tau$  ليكون التعبير  $u_C = A (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

حلا للمعادلة التفاضلية السابقة.

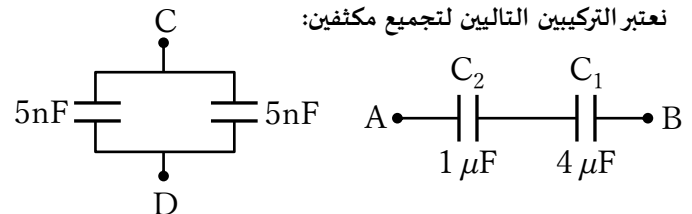
④ باعتماد التحليل البعدي، بين أن  $\tau$  ثابتة الزمن بعد زمني.

⑤ عين  $\tau$  مبيانيا، ثم تحقق أن قيمة  $C$  هي  $C = 1 \text{ mF}$

⑥ احسب الطاقة الكهربائية  $E_e$  التي يخزنها المكثف في النظام الدائم.

تمرين رقم 2° | 10 min | Appli

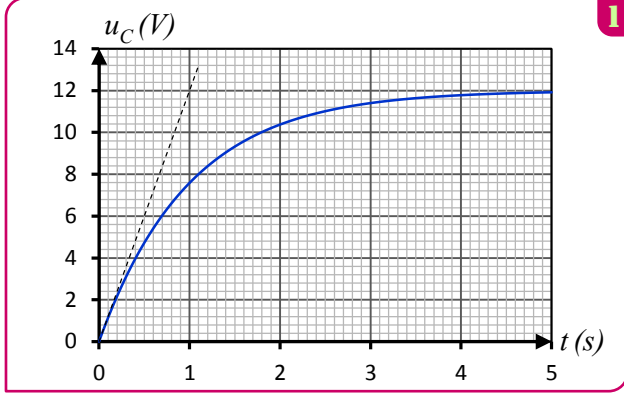
نعتبر التركيبين التاليين لتجميع مكثفين:



① احسب  $C_{AB}$  سعة المكثف المكافئ لتجميع المكثفين  $C_1$  و  $C_2$  ثم اذكر الفائدة من هذا التركيب.

② أوجد  $C_{eq}$  سعة المكثف المكافئ بين النقطتين  $C$  و  $D$ ، و اذكر الفائدة من هذا التركيب.

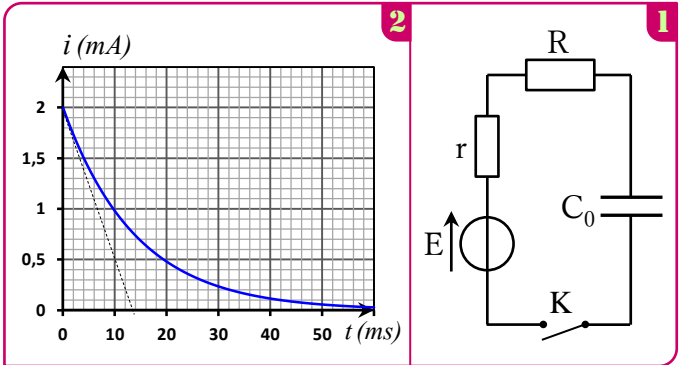




المكثف ثنائي قطب كهربائي يتميز بقدرته على تخزين الطاقة الكهربائية و استرجاعها عند الحاجة. نجده مثلا في علبة تشغيل وامض آلة التصوير. يهدف هذا التمرين إلى دراسة ثنائي القطب RC أثناء شحن مكثف. ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 و المكون من :

- مولد مؤتمل للتوتر قوته الكهربومترية  $E=9\text{ V}$  ;
- موصلين أو ميين مقاومتهما  $R$  و  $r=20\ \Omega$  ;
- مكثف سعته  $C_0$  ;
- قاطع التيار  $K$ .

عند اللحظة  $t_0=0$  ، نغلق الدارة الكهربائية فيمر فيها تيار كهربائي شدته  $i$  تتغير بدلالة الزمن كما هو ممثل في الشكل 2 .



- 1 مثل، على تبيانة الشكل 1، في الاصطلاح مستقبل:
- التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي ذي المقاومة  $R$ .
- التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف.
- 2 بين على التبيانة السابقة كيفية ربط جهاز راسم التذبذب الذاكراتي لمعاينة التوتر  $u_R$ .
- 3 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف  $q(t)$ .
- 4 يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل:  $q = A(1 - e^{-m \cdot t})$ . حدد تعبير كل من الثابتين  $m$  و  $A$ .
- 5 بين أن تعبير شدة التيار المار في الدارة هو  $i = \frac{E}{R+r} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ .
- 6 حيث  $\tau$  ثابتة الزمن، يجب تحديدها بدلالة  $R$  و  $r$  و  $C_0$ .
- 7 باستعمال معادلة الأبعاد، بين أن للثابتة  $\tau$  بعدا زمنيا.
- 8 باعتمادك على المبيان  $i=f(t)$ ، حدد المقاومة  $R$  و السعة  $C_0$ .

- 1 ارسم تبيانة التركيب التجريبي ميينا عليها كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة التوتر  $u_C(t)$ .
- 2 بين على التبيانة السابقة كيفية ربط جهاز راسم التذبذب الذاكراتي لمعاينة التوتر  $u_R$ .
- 3 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$ .
- 4 يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل:  $u_C = A + B \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ . حدد تعبير الثوابت  $A$  و  $B$  و بدلالة بارامترات الدارة.
- 5 عين مبيانيا قيمة  $\tau$  و تحقق من السعة  $C$  للمكثف.
- 6 احسب الطاقة الكهربائية  $E_e$  التي يخزنها المكثف في النظام الدائم.

تحتوي السلسلات الإلكترونية HiFi على تراكيب تضم مكثفات و شيعات. يهدف هذا التمرين إلى تحديد سعة مكثف تتضمنه إحدى هذه السلسلات الإلكترونية. ننجز تركيبا تجريبيا يمكن من شحن مكثف من سلسلة إلكترونية ذي السعة  $C$  ثم تفريغه عبر موصل أومي مقاومته  $R=2\text{ k}\Omega$ . يتم الشحن باستعمال مولد كهربائي قوته الكهربومترية  $E$ .

- 1 مثل بعناية تبيانة التركيب التجريبي المناسب.
- 2 بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  تكتب على الشكل  $u_C(t) + \tau \frac{du_C}{dt} = 0$  محددًا تعبير ثابتة الزمن  $\tau$  بدلالة  $R$  و  $C$ .
- 3 باستعمال معادلة الأبعاد، بين أن لـ  $\tau$  بعدا زمنيا.
- 4 تحقق أن المعادلة الزمنية  $u_C = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$  حل للمعادلة التفاضلية.
- 5 مكن برنامج مناسب من تخطيط تغيرات المقدار  $\ln(u_C)$  بدلالة الزمن  $t$  (الشكل 1).
- أ- أثبت المعادلة التالية:  $\ln u_C = -\frac{1}{\tau} \cdot t + \ln E$ .
- ب- حدد قيمة كل من  $E$  و  $\tau$ .
- ج- احسب قيمة السعة  $C$ .



شكل 1

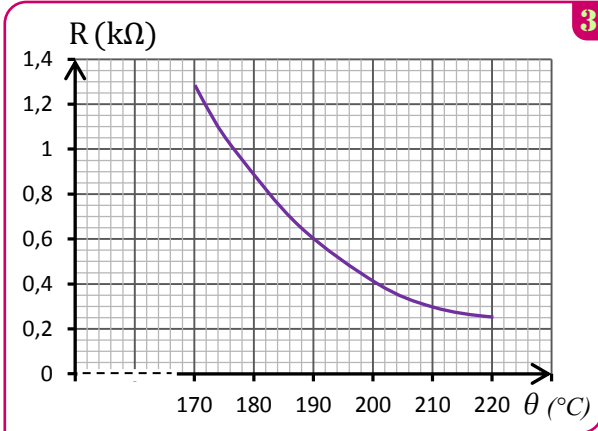
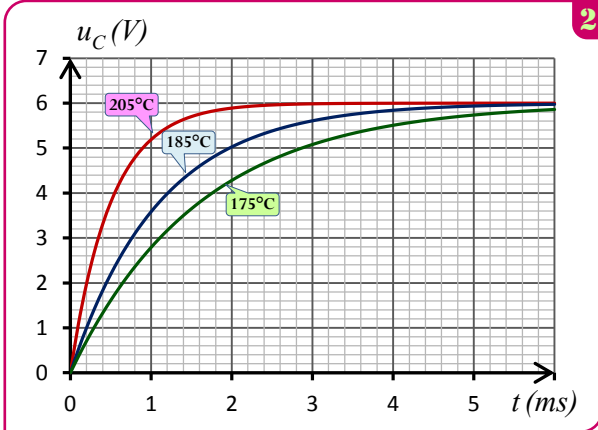
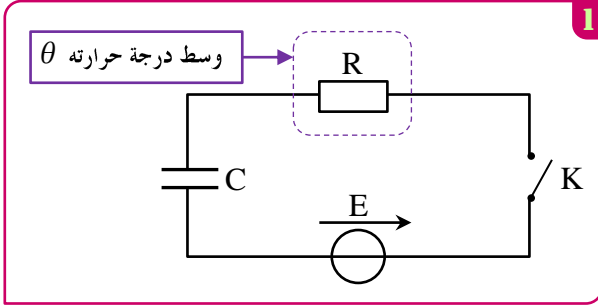
يهدف هذا التمرين إلى التحقق التجريبي من السعة  $C$  لمكثف مأخوذ من علبة وامض آلة تصوير الهاتف النقال.

من بين المقادير المسجلة على مكثف وامض آلة التصوير نجد:

$$(100\ \mu\text{F} ; 300\text{ V} ; +105^\circ\text{C} ; -55^\circ\text{C})$$

للتحقق من السعة  $C$  للمكثف نفرغه ثم نزله من علبة آلة التصوير، وبعد ذلك نركبه على التوالي مع مولد مؤتمل للتوتر قوته الكهربومترية  $E=12\text{ V}$  و مع موصل أومي مقاومته  $R=10\text{ k}\Omega$  و قاطع للتيار  $K$ . عند اللحظة  $t=0$  ، نغلق قاطع التيار  $K$  و نتتبع تغيرات التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن. فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 1 .

تمكن المحارير الإلكترونية من قياس درجة الحرارة المرتفعة جدا التي لا يمكن قياسها بواسطة المحارير الكحولية أو الزئبقية. تعتمد هذه المحارير في اشتغالها على تصرف ثنائي القطب RC خاضع لرتبة توتر صاعدة، حيث تتغير المقاومة R مع درجة الحرارة. لمعرفة العلاقة بين المقاومة الكهربائية R ودرجة الحرارة  $\theta$ ، تم إنجاز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 والمكون من :



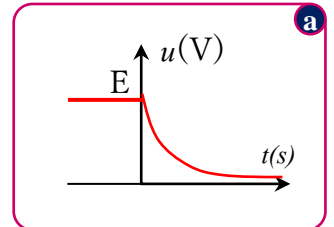
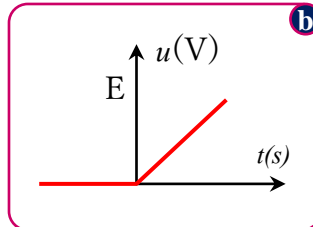
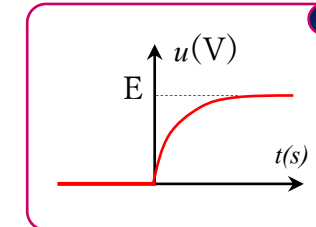
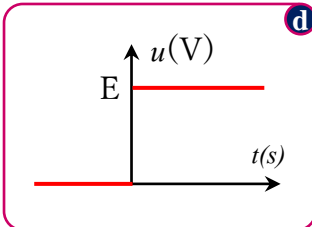
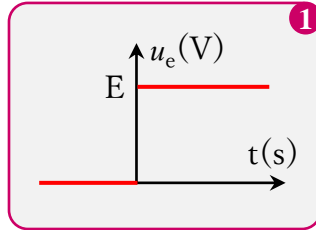
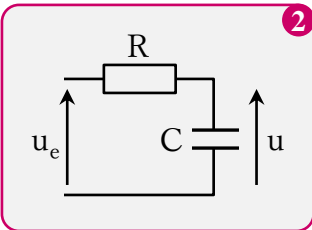
- مولد مؤمّل للتوتر قوته الكهرمحركة  $E = 6 \text{ V}$  ;
- مكثف سعته  $C = 1,5 \mu\text{F}$  ;
- مجس حراري، وهو عبارة عن ثنائي قطب مقاومته الكهربائية R تتغير مع درجة الحرارة.
- قاطع التيار K وسيط معلوماتي يمكن من تتبع التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

بعد وضع المجس في وسط درجة حرارته  $\theta$  قابلة للضبط و غلق قاطع التيار K تم شحن المكثف عند درجات حرارة مختلفة، فحصلنا على المنحنيات التجريبية الممثلة في الشكل 2.

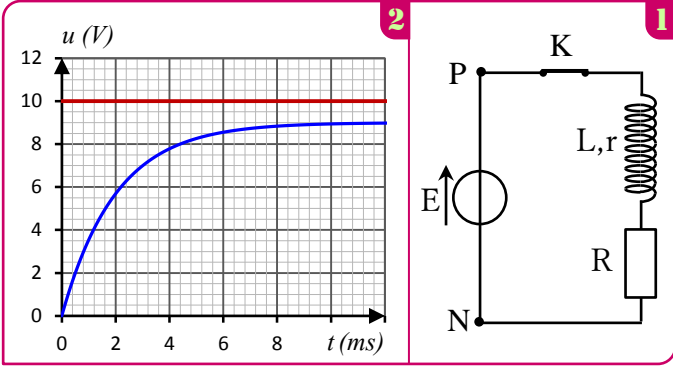
- 1 انقل تبيانة الشكل 1 ومثل عليها التوتر بين مربطي المكثف  $u_C$  والتوتر بين مربطي المجس الحراري  $u_R$  في الاصطلاح مستقبل.
- 2 بين على التبيانة السابقة كيفية ربط الوسيط المعلوماتي لمعاينة التوتر  $u_C$  (يربط الوسيط المعلوماتي بنفس طريقة راسم التذبذب).
- 3 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C(t)$ .
- 4 يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل  $u_C = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$ . أوجد تعبير الثوابت A و B و  $\tau$  بدلالة بارامترات الدارة.
- 5 باستعمال التحليل البعدي، بين أن وحدة  $\tau$  هي الثانية (s).
- 6 حدد ثابتة الزمن  $\tau_1$  عند درجة الحرارة  $\theta_1 = 205^\circ\text{C}$  ثم استنتج تأثير ارتفاع درجة الحرارة على مدة شحن المكثف.
- 7 احسب الطاقة الكهربائية التي يخزنها المكثف في النظام الدائم.
- 8 لقياس درجة الحرارة  $\theta_2$  لفرن كهربائي، وضع المجرب المجس الحراري المدروس في الفرن، ثم حدد تجريبيا ثابتة الزمن  $\tau_2$  باستعمال نفس التركيب السابق (الشكل 1)، فوجد القيمة  $\tau_2 = 0,45 \text{ ms}$ . يعطي منحنى الشكل 3 تغيرات مقاومة المجس الحراري R بدلالة درجة الحرارة  $\theta$ . أوجد قيمة درجة الحرارة  $\theta_2$  داخل الفرن الكهربائي.

نطبق بين مربطي ثنائي قطب RC (شكل 1) توترا  $u_e$  (شكل 2) :

- 1 اختر من بين المنحنيات (a,b,c,d) هيئة منحنى تغيرات  $u$  بدلالة الزمن.
- 2 للرفع من قيمة  $\tau$  يمكن أن:
  - أ- نزيد من قيمة R ب- ننقص من قيمة E ج- ننقص من قيمة C د- نزيد من قيمة E هـ- نزيد من قيمة C و- ننقص من قيمة C
- 3 نحصل على النظام الدائم بعد مدة تساوي:
  - أ-  $0,37 \tau$  ب-  $\tau$  ج-  $0,63 \tau$  د-  $5 \tau$



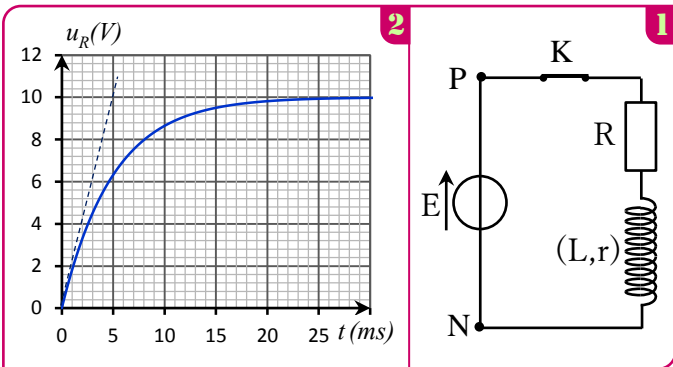
يمثل الشكل 2 منحني التوترين  $u_R(t)$  و  $u_{PN}(t)$ .



- بين على التبيانة السابقة كيفية ربط جهاز راسم التذبذب الذاكرتي لمعاينة التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي.
- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_R$ .
- يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل:  $u_R = A(1 - e^{-\alpha t})$ ، حدد تعبير الثابتين  $A$  و  $\alpha$  بدلالة بارامترات الدارة.
- باستثمار وثيقة الشكل 2، أوجد:
  - أ- القوة الكهرومحركة  $E$  للمولد.
  - ب- قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ .
  - ج- المقاومة  $r$  للوشية.
- بين أن قيمة معامل التحريض للوشية هي:  $L = 0,2 \text{ H}$ .
- احسب الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشية في النظام الدائم.

## تمرين رقم 11° | 30 min | Type BAC

يتضمن مكبر الصوت على وشية معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ . لتحديد هذين المقدارين تم إنجاز التركيب التجريبي المبين في الشكل 1 حيث  $E = 12 \text{ V}$  و  $R = 42 \Omega$ . مباشرة بعد غلق الدارة، نعين بواسطة جهاز معلوماتي ملائم تطور التوتر  $u_R$  بدلالة الزمن. (الشكل 2).

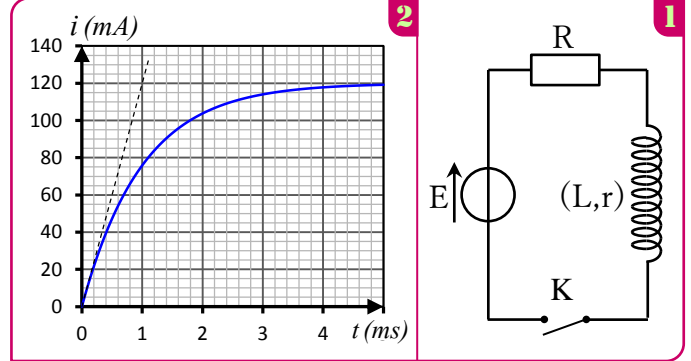


- بين أن التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي يحقق المعادلة التفاضلية:  $\tau \frac{du_R}{dt} + u_R = A$  محدد تعبير الثابتين  $A$  و  $\tau$ .
- تحقق أن للثابتة  $\tau$  بعداً زمنياً.
- أوجد:
  - أ- المقاومة الكهربية  $r$  للوشية.
  - ب- معامل التحريض الذاتي  $L$  للوشية.
- ما تأثير الوشية على إقامة التيار عند غلق الدارة؟

استجابة ثنائي القطب  $RL$  لرتبة توتر صاعة. يتكون التركيب الممثل في تبيانة الشكل 1 من العناصر التالية:

- مولد كهربائي مؤمل للتوتر قوته الكهرومحركة  $E = 12 \text{ V}$ .
- وشية معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ .
- موصل أومي مقاومته  $R = 90 \Omega$ .
- قاطع التيار  $K$ .

عند اللحظة  $t=0$  نغلق قاطع التيار  $K$  ونتبع بواسطة وسيط معلوماتي ملائم تغيرات شدة التيار  $i(t)$  المار في الدارة بدلالة الزمن. نحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2.



- مثل، على تبيانة الشكل 1، في الاصطلاح مستقبل:
  - التوتر  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي.
  - التوتر  $u_L$  بين مربطي الوشية.
- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i$ .
- حل المعادلة التفاضلية هو  $i = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ ، أوجد تعبير الثابتين  $I_0$  و  $\tau$  بدلالة بارامترات الدارة ( $E$  و  $R$  و  $r$  و  $L$ ).
- باستعمال معادلة الأبعاد، حدد بعد الثابتة  $\tau$ .
- باستثمار وثيقة الشكل 2، أوجد:
  - أ- شدة التيار  $I_0$  في النظام الدائم.
  - ب- قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ .
  - ج- المقاومة  $r$  للوشية.
- تحقق أن قيمة معامل التحريض للوشية هي:  $L = 0,1 \text{ H}$ .
- نهل مقاومة الوشية ( $r=0$ )، أكتب التعبير العددي للتوتر  $u_L(t)$  بين مربطي الوشية.
- احسب الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشية في النظام الدائم.

## تمرين رقم 10° | 30 min | Type BAC

يهدف هذا التمرين إلى تحديد مميزتي وشية ( $L$  و  $r$ )

يتكون التركيب الممثل في تبيانة الشكل 1 من:

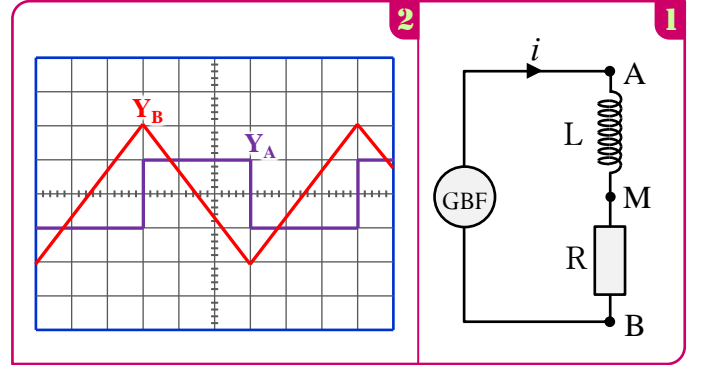
- مولد مؤمل للتوتر قوته الكهرومحركة  $E$ ;
- وشية معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ;
- موصل أومي مقاومته  $R = 90 \Omega$ ;
- قاطع التيار  $K$ .

عند  $t=0$ ، تم غلق قاطع التيار  $K$  وتبع تطور التوترين  $u_R$  بين مربطي الموصل الأومي و  $u_{PN}$  بين مربطي المولد الكهربائي بدلالة الزمن.

لتحديد قيمة معامل التحريض  $L$  لوشية تجريبيا، نركب الوشية مع موصل أومي مقاومته  $R = 5 \text{ k}\Omega$  و مولد يغذي الدارة بتوتر مثلي (شكل 1). نعين على شاشة كاشف التذبذب التوتر  $u_{AM}(t)$  في المدخل  $Y_A$  و  $u_{BM}(t)$  في المدخل  $Y_B$  (شكل 2).

نعتي:

- الحساسية الرأسية بالنسبة للمدخل  $Y_A$  هي:  $0,2 \text{ V/div}$  ;
- الحساسية الرأسية بالنسبة للمدخل  $Y_B$  هي:  $5 \text{ V/div}$  ;
- الحساسية الأفقية:  $1 \text{ ms/div}$  .



1 بين كيفية ربط جهاز راسم التذبذب لمعاينة التوترين  $u_{AM}(t)$  و  $u_{BM}(t)$ .

2 اكتب تعبير التوتر  $u_{BM}$  بدلالة  $R$  و  $i$ .

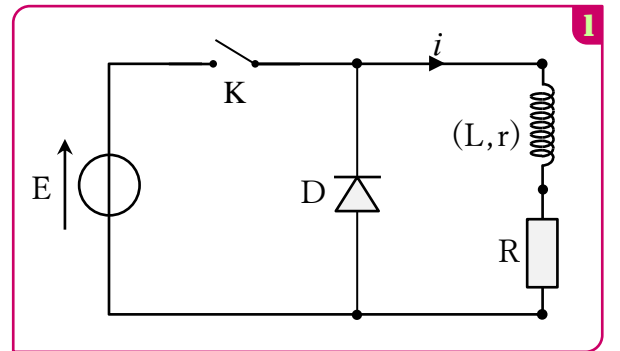
3 اكتب تعبير التوتر  $u_{AM}$  بدلالة  $L$  و المشتقة  $\frac{di}{dt}$ .

4 استنتج العلاقة:  $u_{BM} = -\frac{L}{R} \cdot \frac{du_{AM}}{dt}$ .

5 أوجد قيمة  $L$ .

6 احسب الطاقة المغنطيسية القصوى  $E_{m,max}$  المخزونة في الوشية.

لتحديد معامل التحريض  $L$  لوشية، ننجز التركيب الممثل في الشكل 1. حيث  $E = 9 \text{ V}$  و  $R = 92 \Omega$  و صمام ثنائي مؤتمل. في لحظة  $t=0$ ، نفتح قاطع التيار  $K$  ونعين، بواسطة جهاز معلوماتي ملائم تغيرات شدة التيار  $i$  المار في الدارة. الشكل 2.



1 ما دور الصمام الثنائي  $D$  في تبيان الشكل 1؟

2 أعط إسعي النظامين 1 و 2 الذين يبرزهما منحنى الشكل 2.

3 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i$ .

4 حل المعادلة التفاضلية هو:  $i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ .

أوجد تعبير الثابتين  $I_0$  و  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة.

5 بين أن المماس للمنحنى  $i = f(t)$  عند اللحظة  $t=0$  يقطع محور

الأفصيل في النقطة ذات الأفصول  $t = \tau$ .

6 باستغلال منحنى الشكل 2، أوجد:

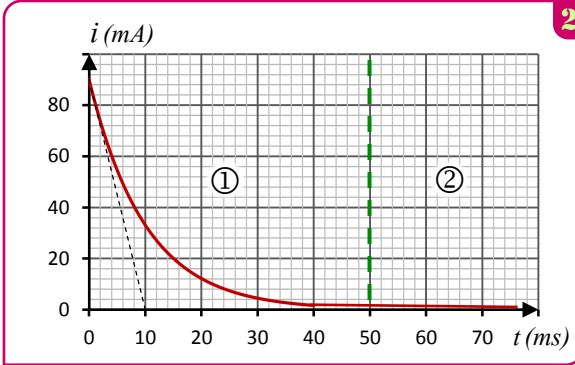
أ- شدة التيار  $I_0$ .

ب- المقاومة  $r$  للوشية.

ج- قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ .

د- معامل تحريض الوشية  $L$ .

7 ما تأثير الوشية على انعدام التيار عند فتح الدارة؟



التحقق من معامل التحريض  $L$  لوشية (b) مقاومتها مهمة.

من أجل ذلك، ركب تقني المختبر على التوالي العناصر التالية:

- موصلا أوميا مقاومته  $R = 200 \Omega$  ;

- الوشية (b) ;

- مولدا مؤتملا للتوتر قوته الكهرمحركة  $E$ .

- قاطعا التيار  $K$ .

عند اللحظة  $t = 0$ ، أغلق التقني قاطع التيار  $K$ ، و بواسطة وسيط

معلوماتي، عاين التوتر  $u_R(t)$  بين مربطي الموصل الأومي.

يمثل المنحنى أسفله شدة التيار الكهربائي  $i(t)$  المار في الدارة.

1 أرسم تبيان التركيب التجريبي مبينا عليها كيفية ربط الوسيط

المعلوماتي لمعاينة التوتر  $u_R(t)$ .

2 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$ .

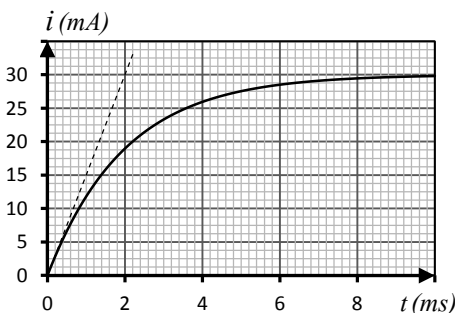
3 حل المعادلة التفاضلية هو  $i(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ ، حدد تعبير

$\tau$  بدلالة برامترات الدارة.

4 تتحقق أن  $L = 0,4 \text{ H}$ .

5 احسب الطاقة المخزونة في الوشية عند اللحظة  $t = \tau$ .

6 أوجد قيمة  $E$ .





نطبق بين مربطي ثنائي قطب RL (شكل 1) توترا  $u_e$  (شكل 2):

1 اختر من بين المنحنيات (a,b,c,d) هيئة منحنى تغيرات  $i$  بدلالة الزمن.

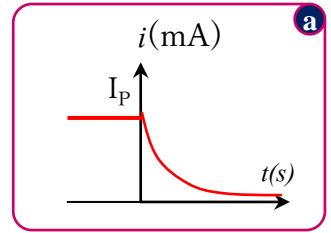
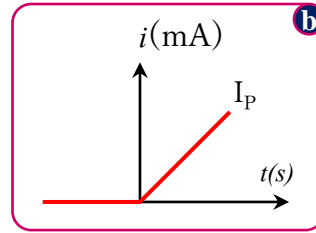
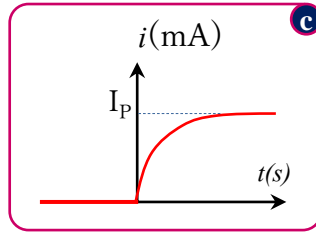
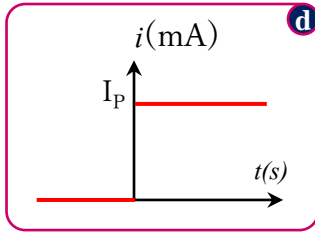
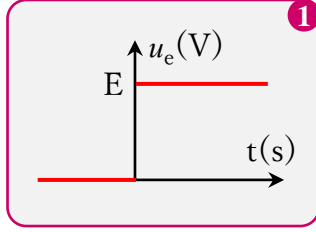
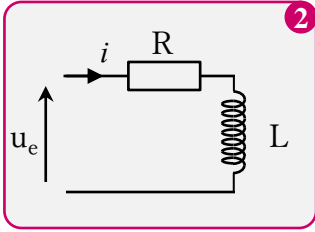
2 للرفع من قيمة  $\tau$  يمكن أن:

أ- نزيد من قيمة R ب- ننقص من قيمة E ج- ننقص من قيمة E

د- نزيد من قيمة E هـ- نزيد من قيمة L و- ننقص من قيمة L

3 نحصل على النظام الدائم بعد مدة تساوي:

أ-  $0,37 \tau$  ب-  $\tau$  ج-  $0,63 \tau$  د-  $5 \tau$



## تدريب رقم 16 ° | 35 min | فرض منزلي 3

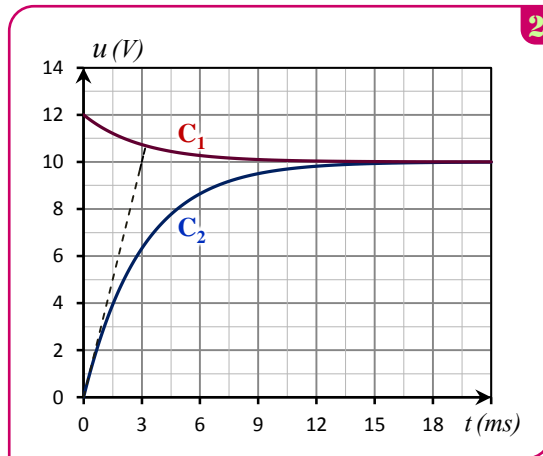
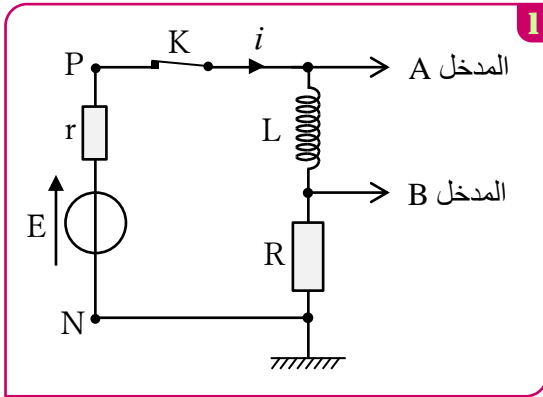
يرجع الفضل إلى العالم مايكل فاراداي (1791-1867) في اكتشاف ظاهرة التحريض المغنطيسي. مكنت هذه الظاهرة من تفسير أن الوشيجة تتصرف كموصل أومي في النظام الدائم وتتصرف بشكل مختلف إذا مر فيها تيار متغير مع الزمن.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة إقامة التيار الكهربائي في ثنائي القطب RL.

ننجز التركيب الممثل في الشكل 1 والمكون من:

- مولد مؤمّل للتوتر قوته الكهربومترية  $E = 12 \text{ V}$ ؛
- وشيجة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها مهملة؛
- موصلين أوميين مقاومتهما  $R = 90 \Omega$  و  $r$ ؛
- قاطع التيار  $K$ .

نغلق قاطع التيار  $K$  عند اللحظة  $t = 0$ ، ونسجل بواسطة نظام مسك معلوماتي المنحنيين  $(C_1)$  و  $(C_2)$  الممثلين للتوترين عند المدخلين  $A$  و  $B$ .



1 عين المنحنى الذي يمثل التوتر  $u_R(t)$  والمنحنى الذي يمثل التوتر  $u_{PN}(t)$ .

2 حدد قيمة  $I_p$  شدة التيار الكهربائي في النظام الدائم.

3 تحقق أم المقاومة  $r$  للموصل الأومي هي  $r = 18 \Omega$ .

4 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i(t)$  المار في الدارة.

5 أوجد تعبير  $A$  و  $\tau$  بدلالة برامترات الدارة ليكون حل المعادلة التفاضلية

$$i(t) = A \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

6 حدد قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ .

7 استنتج قيمة معامل التحريض  $L$  للوشيجة.

8 أوجد الطاقة المخزونة في الوشيجة عند اللحظة  $t = \frac{\tau}{2}$ .

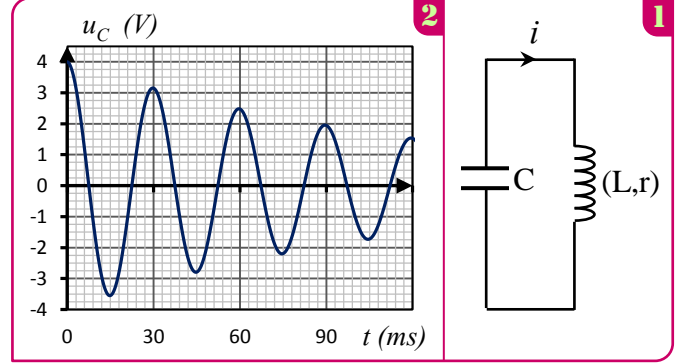
9 عند فتح قاطع التيار  $K$ ، تظهر شرارة كهربائية بين مربطيه.

أ- أعط تفسيراً لذلك.

ب- لتفادي ظهور الشرارة نركب على التوازي مع الوشيجة موصلًا أوميا

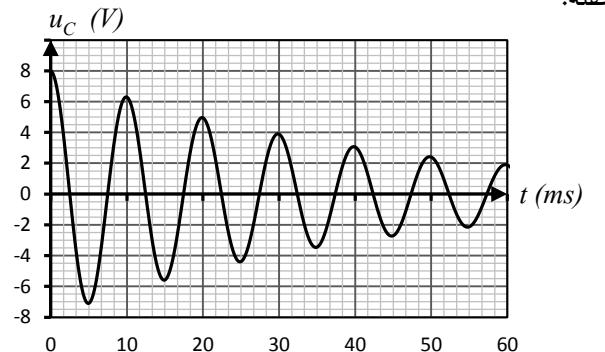
وصامًا ثنائيا. أعط تبياناً التركيب و اشرح مبدأ اشتغاله.

ن شحن مكثفا، سعته  $C = 45,3 \mu F$ ، كليا بواسطة مولد مؤتمل قوته الكهرمحركة  $E$ ، ونركبه عند اللحظة  $t = 0$  بين مربطي وشيعة معامل تحريضها الذاتي  $L$  ومقاومتها  $r$ .  
نعين، بواسطة عدة معلوماتية ملائمة، منحنى (الشكل 1) الممثل لتغيرات التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.



- 1 بين كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة التوتر  $u_C(t)$ .
- 2 ما نظام التذبذب الملاحظ الشكل 1 ؟
- 3 ما شكل الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة  $t = 60 \text{ ms}$  ؟ علل جوابك.
- 4 باعتبار أن شبه الدور  $T$  يساوي الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب LC. حدد قيمة  $L$  (نأخذ  $\pi^2 = 10$ ).
- 5 أحسب قيمة  $\Delta E$  تغير الطاقة الكلية المخزونة في الدارة بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t_1 = 90 \text{ ms}$ . فسر النتيجة المحصل عليها.
- 6 أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$ .
- 7 نركب على التوالي مع المكثف و الوشيعة مولدا  $G$  يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار المار فيها  $u_G = a \cdot i$  فنحصل على ذبذبات جيبيية عندما تأخذ الثابتة  $a$  القيمة  $a = 8 \text{ (SI)}$ .  
أ- ما دور المولد  $G$  من الناحية الطاقية ؟  
ب- أثبت في هذه الحالة المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$  للمكثف.  
ج- أوجد  $r$  مقاومة الوشيعة.

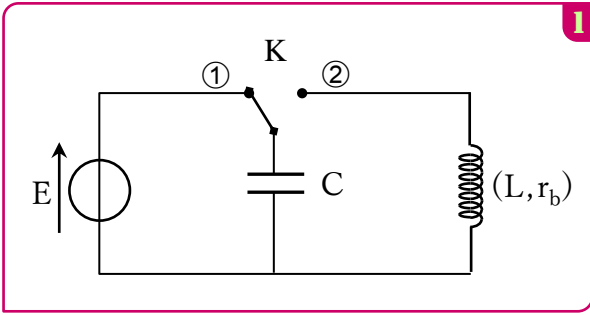
تتكون دارة متوالية RLC من موصل أومي مقاومته  $R$ ، و مكثف سعته  $C$  و وشيعة معامل تحريضها  $L = 80 \text{ mH}$ .  
نعين التوتر بين مربطي المكثف ونحصل على الرسم التذبذبي الممثل أسفله.



- 1 مثل بعناية تبيان التركيب التجريبي المستعمل.
- 2 ما طبيعة نظام التذبذبات التي يبرزها الرسم التذبذبي ؟
- 3 حدد شبه دور التذبذبات  $T$ .
- 4 ما سبب خمود التذبذبات ؟
- 5 نعتبر أن مقاومة الدارة جد صغيرة ولا تؤثر على دور التذبذبات. أحسب سعة المكثف  $C$ .
- 6 احسب الطاقة الكلية المخزونة في الدارة عند اللحظتين  $t_1 = 10 \text{ ms}$  و  $t_2 = 30 \text{ ms}$ . ثم استنتج الطاقة المبددة بين اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$ .

دراسة خمود و صيانة الذبذبات في دارة RLC متوالية.  
ننجز تركيبا تجريبيا يمكن من شحن مكثف من سلسلة إلكترونية. لهذا الغرض ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 والمكونة من:

- مولد مؤتملا للتوتر قوته الكهرمحركة  $E$ ؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r_b$ ؛
- مكثف سعته  $C = 10 \mu F$  غير مشحون بدنيا؛
- قاطع التيار  $K$  ذي موضعين.



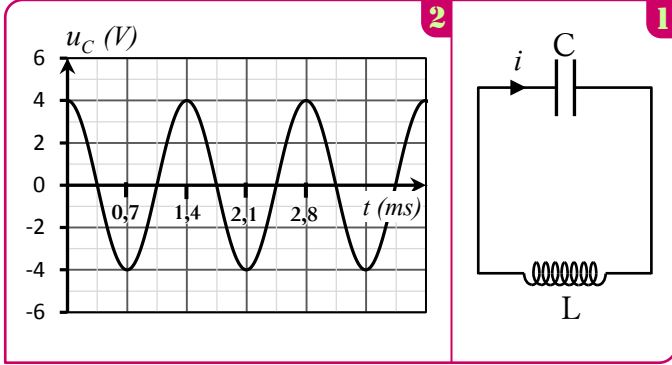
بعد شحن المكثف كليا، نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع ② عند لحظة نعتبرها اصلا للتواريخ ( $t = 0$ ).

- 1 تعرف على نظام التذبذب الذي يبرزه منحنى الشكل 2.
- 2 بين كيفية ربط جهاز راسم التذبذب الذاكراتي لمعاينة التوتر  $u_C(t)$  بين مربطي المكثف.
- 3 باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب الكهربائي، حدد معامل التحريض  $L$  للوشيعة (b).
- 4 ما قيمة  $E$  القوة الكهرمحركة للمولد ؟
- 5 احسب  $\Delta$  تغير الطاقة الكلية للدارة بين اللحظتين  $t_1 = 0 \text{ ms}$  و  $t_2 = 18 \text{ ms}$ ، ثم فسر هذه النتيجة.
- 6 لصيانة الذبذبات في الدارة، نركب على التوالي مع المكثف و الوشيعة (b) السابقين مولدا ( $G$ ) يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي  $u_G(t) = k \cdot i(t)$ .  
أ- ما دور جهاز الصيانة الذي نضيفه ؟  
ب- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q(t)$ .  
ج- نحصل على ذبذبات كهربائية جيبيية عندما تأخذ الثابتة  $k$  في النظام العالي للوحدات القيمة  $k = 11$ .  
استنتج قيمة المقاومة الكهربائية  $r_b$  للوشيعة.

المكثف و الوشيعية خزانان للطاقة: عند تركيبهما معا في دائرة كهربائية يتم تبادل الطاقة بينهما.

نقترح من خلال هذا التمرين دراسة دائرة مثالية LC.

قامت مجموعة من التلاميذ بالشحن الكلي لمكثف سعته C تحت توتر مستمر U، و بتركيبه مع وشيعية معامل تحريضها L و مقاومتها الداخلية مهملة (الشكل 1).



- 1 ما طبيعة النظام الملاحظ في الشكل 2 ؟
  - 2 انقل الشكل 1 و مثل عليه، في الاصطلاح مستقبل، التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف و التوتر  $u_L$  بين مربطي الوشيعية.
  - 3 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$ .
  - 4 يمثل الشكل 2 تغيرات التوتر  $u_C$  بدلالة الزمن. باستغلال المنحنى، اكتب التعبير العددي للتوتر  $u_C(t)$ .
  - 5 تتغير الطاقة المغنطيسية  $E_m$  المخزونة في الوشيعية بدلالة الزمن وفق المنحنى الممثل في الشكل 3.
- أ- بين أن الطاقة  $E_m$  تكتب كما يلي:

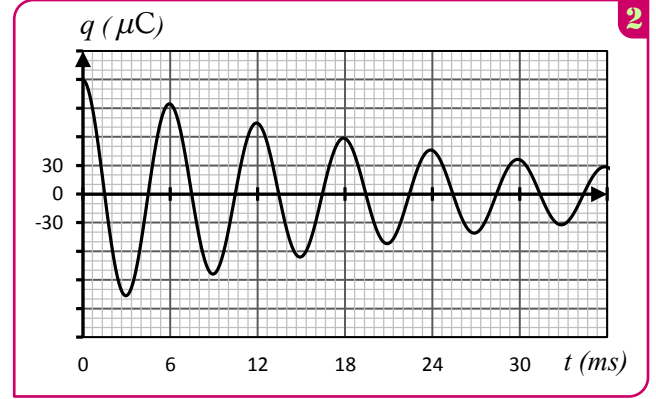
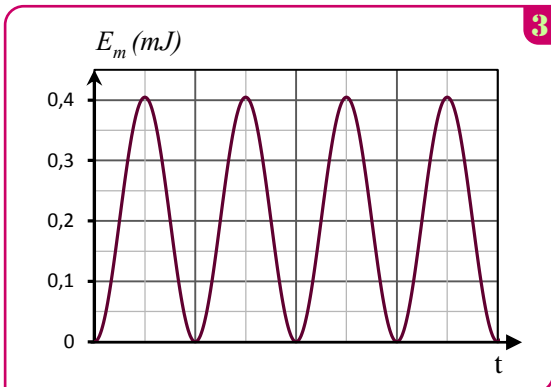
$$E_m(t) = \frac{1}{4} C U^2 \left( 1 - \cos\left(\frac{4\pi}{T_0} t\right) \right)$$

( نذكر أن:  $\sin^2 x = \frac{1}{2} (1 - \cos(2x))$  )

ب- استنتج تعبير القيمة القصوى  $E_{m,max}$  للطاقة المغنطيسية بدلالة C و U.

ج- باعتماد المنحنى  $E_m = f(t)$ ، حدد السعة C للمكثف المستعمل.

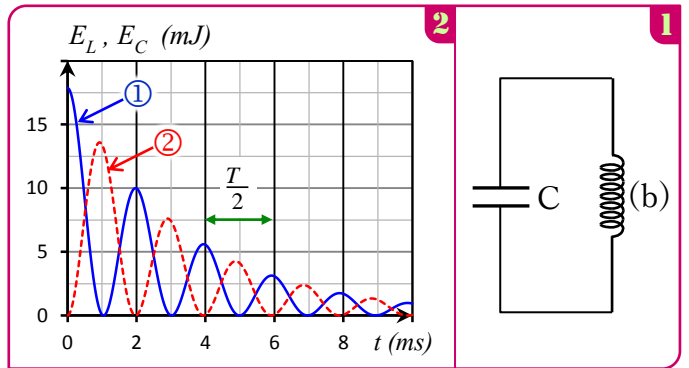
6 أوجد معامل التحريض L للوشيعية.



دراسة تأثير المقاومة الكهربائية على الطاقة الكلية لدائرة RLC متوالية.

للتعرف على تأثير المقاومة r لوشيعية (b) على الطاقة الكلية لدائرة RLC حرة، ركب التلاميذ، عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ  $(t=0)$ ، مكثفا سعته  $C = 2,5 \mu F$  مشحونا كليا مع هذه الوشيعية كما هو مبين في الشكل 1.

بواسطة عدة معلوماتية ملائمة، تمت معاينة التغيرات الممثلة في الشكل 2 لكل من الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف و الطاقة الكهربائية المخزونة في الوشيعية بدلالة الزمن.



- 1 ما نظام التذبذب الملاحظ في الشكل 2 ؟
- 2 باعتبار أن شبه الدور T يساوي الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب LC. حدد قيمة L (نأخذ  $\pi^2 = 10$ ).

3 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q(t) للمكثف.

4 نرمز للطاقة الكلية المخزونة في الدائرة عند لحظة t بالرمز  $E_T$  ويمثل مجموع الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف و الطاقة الكهربائية المخزونة في الوشيعية عند نفس اللحظة t.

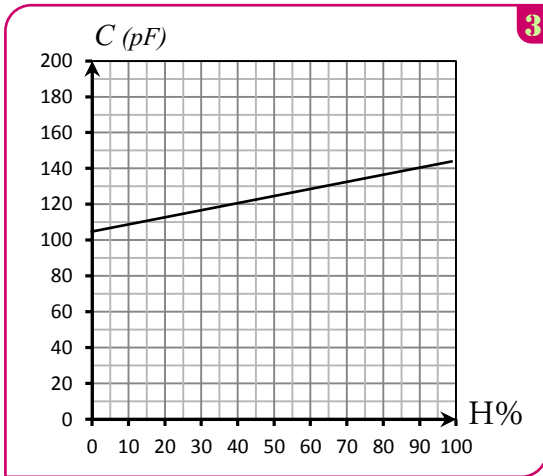
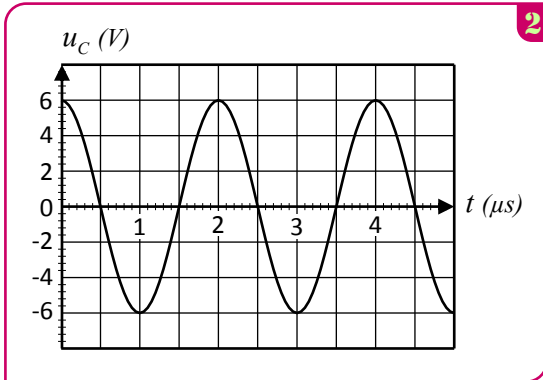
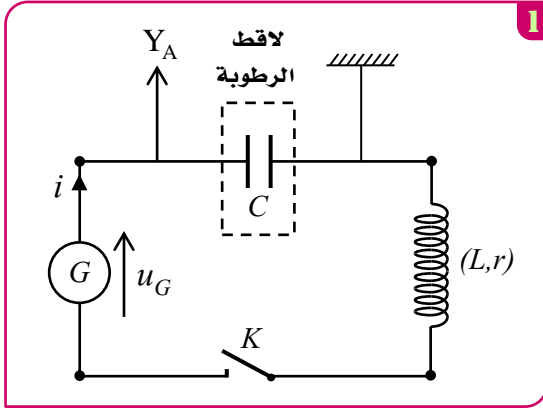
أ- اكتب تعبير الطاقة الكلية  $E_T$  بدلالة C و L و q و  $\frac{dq}{dt}$ .

ب- بين أن الطاقة الكلية  $E_T$  تتناقص مع الزمن حسب العلاقة

$$dE_T = -r \cdot i^2 dt$$

التالية: فسر سبب هذا التناقص.

6 احسب الطاقة المبددة  $|\Delta E|$  في الدائرة بين اللحظتين  $t_1 = 2 \text{ ms}$  و  $t_2 = 3 \text{ ms}$ .

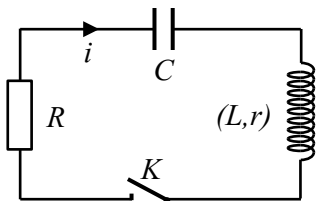


يرتكز مبدأ اشتغال لاقط الرطوبة على مكثف سعته  $C$  تزداد قيمتها كلما كانت نسبة رطوبة الهواء  $H\%$  مرتفعة.  
يعطي الصانع المنحنى الممثل لتغير سعة المكثف  $C$  بدلالة نسبة الرطوبة  $H\%$  (الشكل 3). نمذج لاقط الرطوبة بمكثف سعته  $C$  (الشكل 1).  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة مبسطة لمبدأ اشتغال جهاز قياس الرطوبة.  
لفهم دور المكثف في جهاز لاقط الرطوبة، نجز التركيب الممثل في الشكل 1 المكون من العناصر التالية:

- المكثف ذي السعة  $C$ .
- وشيعة معامل تحريضها  $L = 0,7 \text{ mH}$  ومقاومتها الداخلية  $r$ .
- مولد  $G$  يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار المار في الدارة  $u_G = k \cdot i$  وقاطع للتيار  $K$ .

المكثف مشحون كلياً، عند اللحظة  $t=0$  نغلق قاطع التيار  $K$  فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2 عندما نضبط قيمة البرامتر  $k$  على القيمة  $k=r$ .

- 1 أي نظام من الأنظمة الثلاثة للتذبذب يوافق المنحنى الممثل في الشكل 2 ؟
- 2 مثل على تبانة الشكل 1، التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف و التوتر  $u_L$  بين مربطي الوشيعة في اصطلاح مستقبل.
- 3 ما دور المولد  $G$  من منظور طاقي ؟
- 4 ما نوع الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة  $t_1 = 4 \mu s$  ؟ علل جوابك.
- 5 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف.
- 6 علما أن حل المعادلة التفاضلية يكتب على شكل  $u_C = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t\right)$  :  
أ- بين أن  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ .  
ب- باستعمال معادلة الأبعاد، بين أن  $T_0$  بعد زمني.
- 7 باعتمادك على منحنى الشكل 2، حدد:  
أ- الدور الخاص  $T_0$ .  
ب- الوسع  $U_m$ .
- 8 تتغير سعة المكثف  $C$  مع نسبة رطوبة الهواء حسب المنحنى الممثل في الشكل 3. حدد  $H$  نسبة الرطوبة في مكان التجربة ( نذكر أن  $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$  و نأخذ  $\pi^2 = 10$  ).
- 9 بين أن  $E_T$  الطاقة الكلية في الدارة تبقى ثابتة ثم احسب قيمتها.



تتكون دارة متوالية RLC من موصل أومي مقاومته  $R = 90 \Omega$  ومكثف سعته  $C = 10 \text{ nF}$  وشيعة معامل تحريضها  $L = 1 \text{ H}$  ومقاومتها  $r = 10 \Omega$  (انظر الشكل جانبه).

اختر الجواب الصحيح:

- 1 في اللحظة البدئية ( $t=0$ ) تكون الطاقة الكلية  $E_T$  مخزونة في:
  - ☐ الوشيعة
  - ☐ المكثف
  - ☐ الموصل الأومي
  - ☐ المكثف والوشيعة معا
- 2 مع مرور الزمن، الطاقة الكلية  $E_T$ :
  - ☐ تتناقص
  - ☐ تزداد
  - ☐ تبقى ثابتة
  - ☐ تتناقص و تزداد

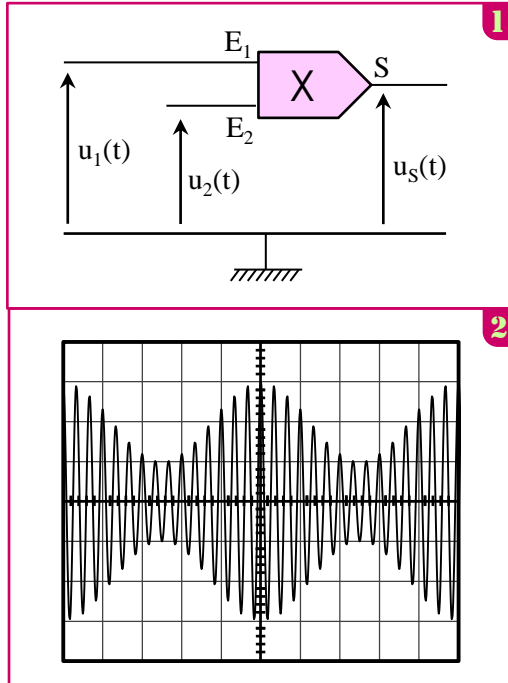
- 3 نضيف للدارة مولد  $G$  يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار المار في الدارة  $u_G = k \cdot i$ . نحصل على نظام دوري في حالة:
  - ☐  $K=70$
  - ☐  $K=100$
  - ☐  $K=90$
  - ☐  $K=10$
- 4 الدور الخاص  $T_0$  للتذبذبات الكهربائية هو:
  - ☐  $62,8 \text{ ms}$
  - ☐  $628 \text{ ms}$
  - ☐  $6,28 \cdot 10^{-4} \text{ s}$
  - ☐  $6,28 \text{ ms}$



- 3 نحصل على كشف الغلاف بجودة عالية باستعمال مكثف سعته  $C_2 = 4,7 \text{ nF}$  وموصل أومي مقاومته  $R_2$  من بين الموصلات الأومية ذات المقاومات التالية :  $(0,1 \text{ k}\Omega - 1 \text{ k}\Omega - 150 \text{ k}\Omega)$  حدد قيمة  $R_2$  الملائمة علما أن متوسط تردد الموجة الصوتية المضمنة هو  $f_S = 1 \text{ kHz}$ .

تقريب رقم 26° | 20 min | Type BAC+

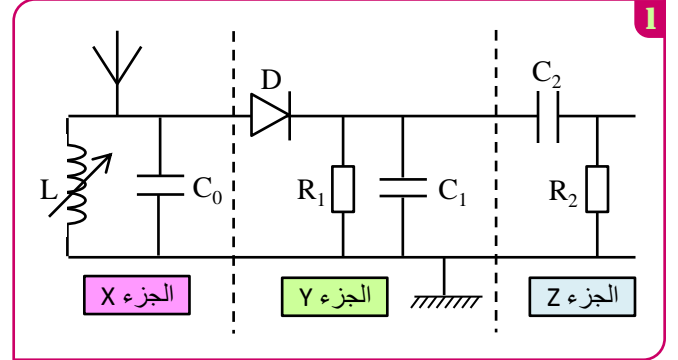
خلال حصة الأشغال التطبيقية، طبقت مجموعة من التلاميذ توترا جيبيا تعبيره  $u_1(t) = U_0 + U_{m1} \cos(2\pi f.t)$  عند المدخل  $E_1$  لدائرة متكاملة منجزة للجداء، حيث  $U_0$  توتر المركبة المستمرة، و توترا جيبيا تعبيره  $u_2(t) = U_{m2} \cos(2\pi F.t)$  الموافق لموجة حاملة عند المدخل  $E_2$ . (الشكل 1).



- 1 يكون تعبير التوتر  $u_S(t)$  عند مخرج الدارة المتكاملة هو:  
 $u_S(t) = k.u_1(t).u_2(t)$  مع  $k$  ثابتة تتعلق بالدائرة المتكاملة.  
 بين أن وسع التوتر  $u_S(t)$  يكتب على الشكل التالي:  
 محددا تعبير  $U_S = A[1 + m \cos(2\pi f.t)]$  الثابتين  $A$  و  $m$ .  
 2 بعد ضبط كاشف التذبذب على الحساسيتين  $1 \text{ V/div}$  و  $0,5 \text{ ms/div}$ ، عاين التلاميذ توتر الخرج  $u_S(t)$  المحصل عليه والممثل في الشكل 2.  
 حدد التردد  $f$  للإشارة المضمنة والتردد  $F$  للموجة الحاملة.  
 3 بحساب نسبة التضمين  $m$ ، بين أن التضمين جيد.  
 4 لإزالة تضمين الموجة المضمنة والحصول على الإشارة التي هي عبارة عن صوت نستعمل دائرة كهربائية مركبة على التوازي مع دائرة الانتقاء LC بحيث  $C = 10 \text{ nF}$ . أحسب قيمة معامل التحريض  $L$  التي تمكن من انتقاء الموجة المضمنة.

يمثل الشكل أسفله التركيب المبسط الذي أنجزته مجموعة من التلاميذ لاستقبال موجة AM. يكتب تعبير التوتر في النظام العالمي للوحدات (SI) عند مخرج الجزء X على الشكل:

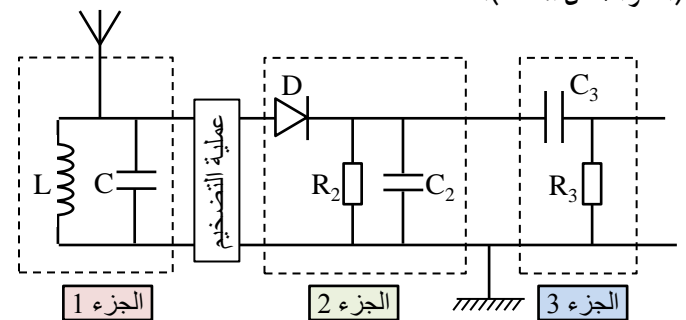
$$u(t) = 0,1 \cdot [0,5 \cos(10^3 \pi.t) + 0,7] \cos(2 \cdot 10^4 \pi.t)$$



- 1 ما هو الدور الذي يلعبه الجزء X ؟  
 2 ما دور كل من الجزء Z و الصمام الثنائي D في عملية إزالة التضمين ؟  
 3 حدد التردد  $F_p$  للتوتر الحامل والتردد  $f_S$  للإشارة المضمنة.  
 4 احسب نسبة التضمين  $m$  ماذا تستنتج ؟  
 5 يتكون الجزء X من هوائي وشيعة معامل تحريضها  $L$  قابل للضبط ومقاومتها مهملة ومكثف سعة  $C_0 = 47 \text{ nF}$  مركبين على التوازي. لاستقبال هذه الموجة نضبط معامل تحريض الشيعة على القيمة  $L$ . احسب  $L$ .  
 6 يتكون الجزء Y من مكثف سعته  $C_1 = 1,2 \mu\text{F}$  وموصل أومي مقاومته  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ . هل حصل التلاميذ على كشف غلاف جيد ؟ علل الجواب.

تقريب رقم 25° | 15 min | Appli+

ننجز التركيب المبسط لجهاز استقبال موجة AM و المكون من ثلاثة أجزاء رئيسية. يتكون الجزء 1 من تجميع على التوازي لوشيعة، معامل تحريضها  $L = 1,1 \text{ mH}$  ومقاومتها مهملة، مع مكثف سعته  $C = 1 \text{ nF}$  (انظر الشكل أسفله).

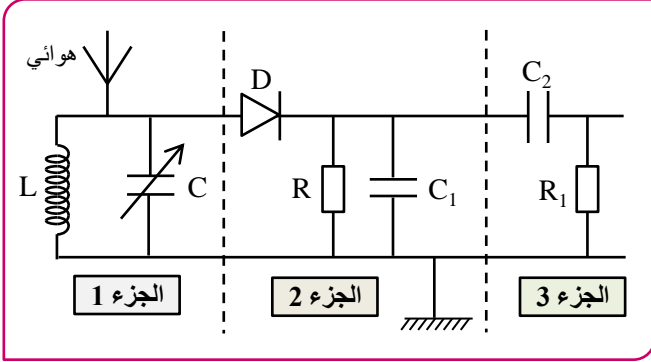


- 1 ما هو دور الجزء 3 في عملية إزالة التضمين ؟  
 2 ما قيمة التردد  $f_0$  للموجة الهيرتزية التي سيلتقطها هذا الجهاز المبسط ؟

3 نريد الحصول على كشف غلاف جيد باستعمال أحد المكثفات سعاتها:  $10\text{nF}$  ;  $5\text{nF}$  ;  $0,5\text{nF}$  ;  $0,1\text{nF}$   
حدد سعة المكثف الملائم.

تقريب رقم 29° | 20 min | QCM

لاستقبال موجة إذاعية مضمنة الوسع ترددها  $f_0 = 594\text{ kHz}$  .  
نستعمل الجهاز المبسط الممثل أسفله.



انقل الجواب الصحيح:

1 يتكون الجزء 1 من هوائي ووشية مقاومة مهملة ومعامل تحريضها  $L = 1,44\text{ mH}$  مركبة على التوازي مع مكثف سعته  $C$  قابلة للضبط.  
أ- الدور الذي يلعبه الجزء 1 هو:

استقبال وانتقاء الموجة	إزالة المركبة المستمرة
إزالة الموجة الحاملة	تضمين الموجة

ب- لالتقاط الموجة الإذاعية ذات التردد  $f_0$ ، يجب ضبط سعة المكثف على القيمة التقريبية:

499 pF	49,9 pF
4,99 pF	0,499 pF

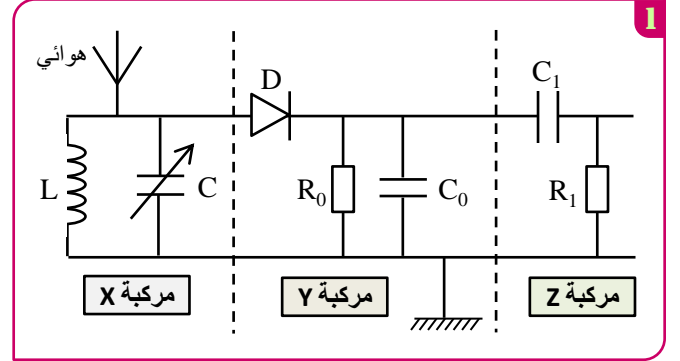
2 سعة المكثف المستعمل في الجزء 2، الذي يلعب دور كاشف الغلاف، هي  $C_1 = 50\text{ nF}$ .  
أ- للجداء  $RC_1$  بعد:

[I]	[T <sup>-1</sup> ]	[T]	[L]
-----	--------------------	-----	-----

ب- متوسط تردد الموجات الصوتية هو  $1\text{ kHz}$ ، قيمة المقاومة  $R$  التي تمكن من الحصول على إزالة تضمين جيدة للموجة المدروسة هي:

10 Ω	35 Ω	5 kΩ	20 kΩ
------	------	------	-------

خلال حصة الأشغال التطبيقية، تم إنجاز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 أسفله قصد التقاط بث إذاعي تردده  $F = 540\text{ kHz}$  باستعمال ثلاث مركبات X و Y و Z.  
تتكون المركبة X من وشية معامل تحريضها  $L = 5,3\text{ mH}$  ومقاومتها مهملة ومكثف سعته  $C$  قابلة للضبط بين القيمتين  $C_1 = 13,1\text{ pF}$  و  $C_2 = 52,4\text{ pF}$  (نذكر أن  $1\text{ pF} = 10^{-12}\text{ F}$ ).

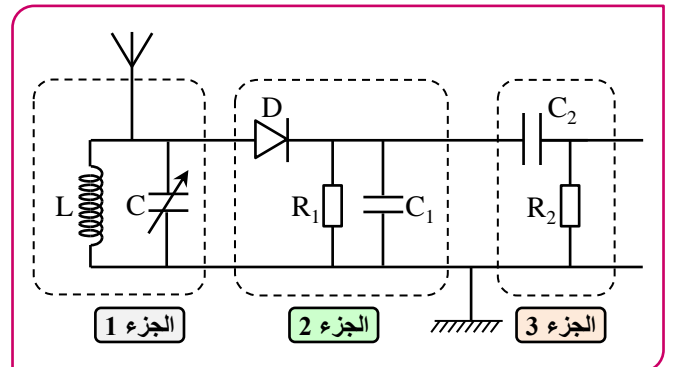


- 1 ما هو دور المركبات X و Y و Z في عملية التقاط البث الإذاعي ؟
- 2 ما دور الصمام ذي وصلة D في المركبة Y ؟
- 3 تحقق أن المركبة X تمكن من التقاط المحطة الإذاعية المرغوب فيها.
- 4 المركبة Y عبارة عن رباعي قطب مكون من صمام ثنائي D، وثنائي قطب  $R_0 C_0$  متوازي (مرشح ممر للترددات المنخفضة).  
نرمز لدور الإشارة بالرمز  $T_S$  ولدور الموجة الحاملة بالرمز  $T_P$ .  
لالتقاط البث الإذاعي بجودة عالية يجب أن تحقق ثابتة الزمن  $\tau = R_0 C_0$  المتراجحة (اختر الجواب الصحيح):

$T_S \ll \tau < T_P$	$T_P < \tau \ll T_S$
$T_P \ll \tau < T_S$	$T_S < \tau \ll T_P$

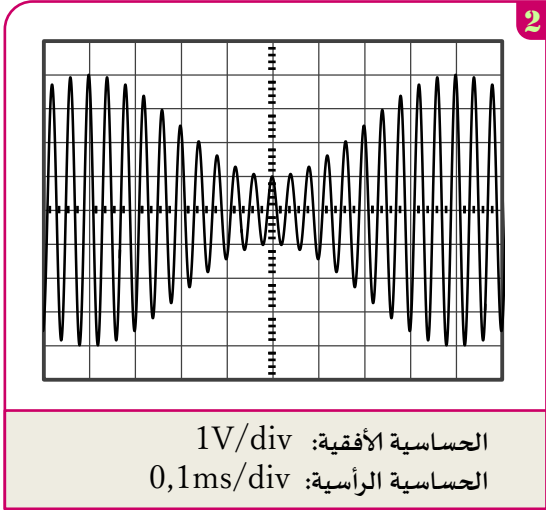
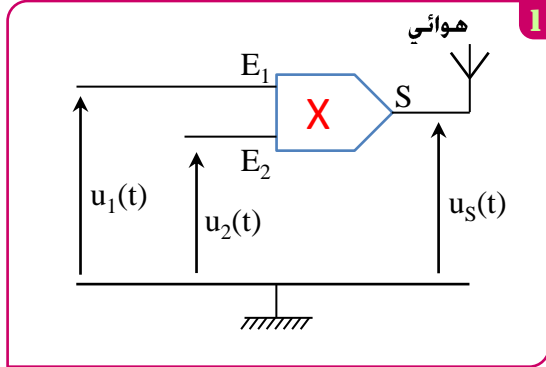
تقريب رقم 28° | 15 min | Appli+

يتم إزالة تضمين الوسع باعتماد التركيب الممثل في الشكل أسفله. الجزء الأول مكون من وشية معامل تحريضها  $L = 0,317\text{ H}$  ومكثف سعته  $C$  قابلة للضبط بين القيمتين  $6 \cdot 10^{-12}\text{ F}$  و  $12 \cdot 10^{-12}\text{ F}$ .  
• نطلي: تردد الموجة الحاملة هو  $F = 100\text{ kHz}$  و  $R_1 = 30\text{ k}\Omega$ .



- 1 بين أن استعمال الوشية في التركيب يمكن الجزء 1 من انتقاء الإشارة.
- 2 اعط وظيفة كل من الجزء 3 والصمام الثنائي D.

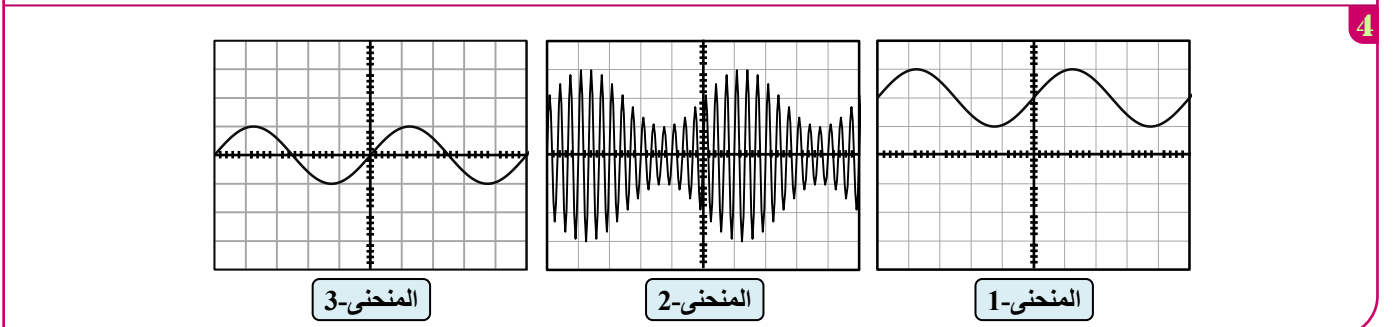
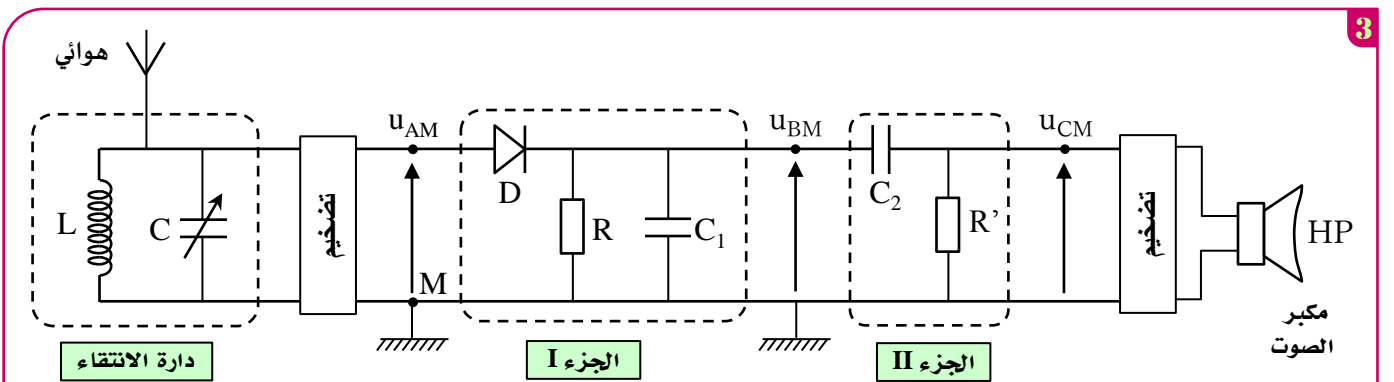
- I لإرسال موجة كهرومغناطيسية مضغوطة الوسع (إشارة صوتية)، نستعمل دائرة متكاملة منجزة للجداء (الشكل 1).  
نطبق عند المدخلين  $E_1$  و  $E_2$  للدائرة المتكاملة X التوترين:  $u_1(t)$  و  $u_2(t)$  بحيث:
- أوجد تعبير نسبة التضمين  $m$  بدلالة  $U_{s,max}$  و  $U_{s,min}$ .
  - باعتقادك على منحنى الشكل 2 الممثل لتغير الموجة  $u_s(t)$ ، حدد قيمة التردد  $F$  للموجة الحاملة وقيمة التردد  $f$  للإشارة.
  - احسب نسبة التضمين  $m$ ، ما هو استنتاجك؟



- بين أن تعبير التوتر المضغمن  $u_s(t)$  يكتب على شكل:  
 $u_s(t) = A[1 + m \cos(2\pi f t)] \cdot \cos(2\pi F t)$  مع تحديد تعبير الثابتين  $A$  و  $m$ .
- أوجد تعبير نسبة التضمين  $m$  بدلالة  $U_{s,max}$  و  $U_{s,min}$ .
- باعتقادك على منحنى الشكل 2 الممثل لتغير الموجة  $u_s(t)$ ، حدد قيمة التردد  $F$  للموجة الحاملة وقيمة التردد  $f$  للإشارة.
- احسب نسبة التضمين  $m$ ، ما هو استنتاجك؟

II لالتقاط هذه الموجة ذات التردد  $F$ ، نستعمل الجهاز المبسط والمكون من ثلاثة أجزاء رئيسية كما هو مبين في الشكل 3. تتكون دائرة الانتقاء من وشيعة معامل تحريضها  $L = 3,7 \text{ mH}$  مركبة على التوازي مع مكثف سعته  $C$  قابلة للضبط.

- أعط دور كل من الصمام الثنائي  $D$  و الجزء II في عملية إزالة التضمين؟
- لالتقاط هذه الموجة يجب ضبط سعة المكثف على القيمة  $C$ . احسب  $C$ . (نأخذ  $\pi^2 = 10$ ).
- للحصول على كاشف غلاف بجودة عالية، نستعمل مكثفا سعته  $C_1 = 4,7 \text{ nF}$  و موصل أومي مقاومته  $R$  (الجزء I). من بين الموصلات الأومية ذات المقاومات التالية:  $1 \text{ k}\Omega$  و  $10 \text{ k}\Omega$  و  $50 \text{ k}\Omega$  و  $150 \text{ k}\Omega$ ، حدد قيمة المقاومة الملائمة علما أن متوسط تردد الموجات الصوتية هو  $f = 1 \text{ kHz}$  (نذكر أن:  $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$ ).
- نعابن على راسم التذبذبات التوترات  $u_{AM}$  و  $u_{BM}$  و  $u_{CM}$ ، فنحصل على المنحنيات الممثلة في الشكل 4.
- أقرن كل منحنى من المنحنيات الثلاثة 1 و 2 و 3 بالتوتر الموافق له: علل جوابك.



## التمرين 31 - فرض منزلي 1

! « يجب إعطاء التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية وإرفاق كل نتيجة بوحدها الملائمة مع احترام عدد الأرقام المعبرة ».

7 نقط | 40 min

فيزياء 1 | توصيف ثنائي القطب RC لتحديد سرعة رصاصة

لقياس سرعة رصاصة بندقية، بدقة مقبولة، نستعمل جهازا خاصا يرتكز مبدأ اشتغاله على شحن مكثف.

### – الجزء الأول: دراسة شحن المكثف.

لشحن المكثف ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1، و المكون العناصر التالية:

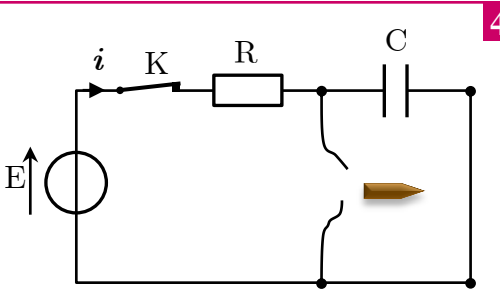
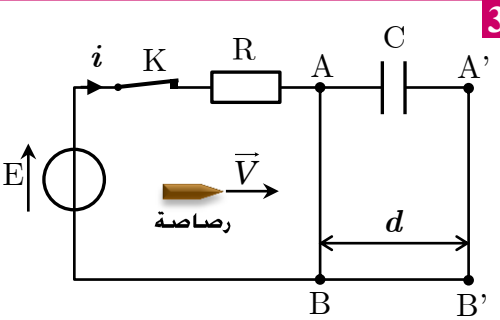
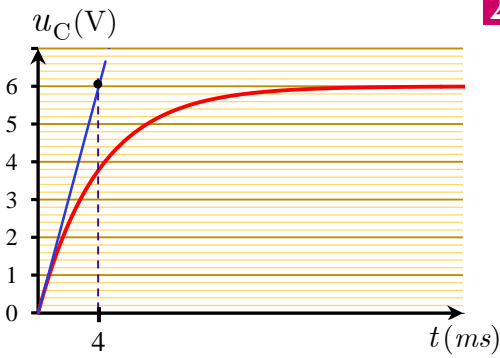
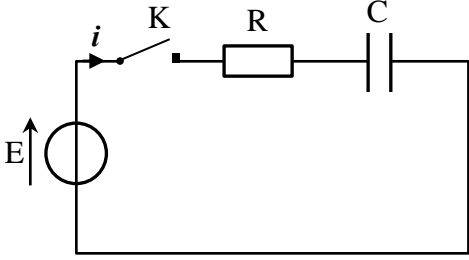
← مولد مؤتمل للتوتر الكهربائي قوته الكهرمحركة  $E = 6 \text{ V}$  ;

← موصل أومي مقاومته  $R = 1 \text{ k}\Omega$  ;

← مكثف غير مشحون سعته  $C$  ;

← قاطع للتيار  $K$  وأسلاك الربط.

عند اللحظة  $t=0$  نغلق قاطع التيار  $K$  ثم نتتبع، بواسطة وسيط معلوماتي ملائم، تغيرات التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف بدلالة الزمن. فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2.



1 أنقل تبيانة الشكل 1 وبين عليها كيفية ربط الوسيط المعلوماتي لمعاينة التوتر  $u_C$  بين مربطي المكثف (يربط الوسيط المعلوماتي بنفس طريقة ربط راسم التذبذب).

2 أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_C$ .

3 تحقق أن الدالة الزمنية  $u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$  حل للمعادلة التفاضلية السابقة.

4 حدد قيمة ثابتة الزمن  $\tau$ . استنتج المدة الزمنية  $\Delta t$  اللازمة لشحن المكثف كليا.

5 كيف يجب اختيار قيمة المقاومة  $R$  لكي يشحن المكثف بسرعة أكبر ؟

6 تحقق أن قيمة سعة المكثف هي  $C = 4 \mu\text{F}$ .

7 أوجد قيمة  $E_0$  الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف في النظام الدائم.

### – الجزء الثاني: تحديد سرعة رصاصة بندقية.

التركيب المستعمل لقياس  $V$  سرعة الرصاصة، ممثل في الشكل 3. بحيث  $AB$

و  $A'B'$  سلكين فلزيين رقيقين ممدودين رأسيًا ومتوازيين تفصل بينهما مسافة

$d = 1 \text{ m}$ . نطلق الرصاصة عموديا على السلكين  $AB$  و  $A'B'$  بسرعة  $V$ .

عند اللحظة  $t = 0$  تقطع الرصاصة السلك  $AB$  (الشكل 4) فيبدأ المكثف في

الشحن. تواصل الرصاصة مسارها بنفس السرعة  $V$  فتقطع السلك  $A'B'$

عند اللحظة  $t_1$  ويتوقف عندئذ شحن المكثف.

– بواسطة فولطمتر نقيس التوتر بين مربطي المكثف فنجد  $u_C(t_1) = 2,65 \text{ V}$ .

– نعتبر أن مقاومة أسلاك الربط منعدمة.

– قاطع التيار مغلق عند اللحظة  $t = 0$ .

1 ما قيمة التوتر  $u_C(0)$  بين مربطي المكثف عند اللحظة  $t = 0$  ؟

2 بين أن المدة التي تستغرقها الرصاصة لقطع المسافة  $d$  هي  $t_1 = 2,33 \text{ ms}$ .

3 استنتج قيمة  $V$  سرعة الرصاصة.

4 من أجل قياس دقيق لـ  $V$ ، يجب ألا تتعدى المسافة  $d$  قيمة قصوى  $d_{\max}$ .

أوجد تعبير  $d_{\max}$  بدلالة  $R$  و  $C$  و  $V$ . احسب  $d_{\max}$ .

سلم  
التنقيط

0,25

1,00

0,50

0,75

0,25

0,50

0,75

0,50

1,00

0,50

1,00



## — الطريقة الأولى: دراسة إقامة وانعدام التيار في ثنائي القطب RL .

لتحديد مميزتي وشيعة (معامل التحريض  $L$  والمقاومة  $r$ ) ننجز التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة 1 والمكون من العناصر التالية:

◀ مولد مؤمّن للتوتر قوته الكهرومحرّكة  $E = 6\text{ V}$ .

◀ موصل أومي مقاومته  $R = 50\Omega$ .

◀ وشيعة معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها الكهربائية  $r$ .

◀ صمام ثنائي  $D$  مؤمّن ( $u_D = 0$ ) وقاطع للتيار  $K$ .

① لدراسة إقامة التيار في ثنائي القطب  $RL$  نغلق قاطع التيار  $K$  ثم نتركه مدة كافية حتى يحصل النظام الدائم.

1.1- كيف تتصرف الوشيعة في النظام الدائم ؟

2.1- أوجد تعبير شدة التيار  $I_p$  في النظام الدائم بدلالة  $E$  و  $R$  و  $r$ .

② بعد حصول النظام الدائم، ندرس انعدام التيار وذلك بقاطع التيار  $K$  عند لحظة نعتبرها أصلاً للتواريخ  $t = 0$ . بواسطة وسيط معلوماتي ملائم، حصلنا على منحنى تغيرات شدة التيار المار في الدارة بدلالة الزمن (الوثيقة 2). الخط المتقطع يمثل المماس للمنحنى عند اللحظة  $t = 0$ .

1.2- ما دور الصمام الثنائي  $D$  عند دراسة انقطاع التيار ؟

2.2- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار  $i$ .

3.2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الوثيقة التالي:  $i = I_p e^{-\frac{t}{\tau}}$ . أوجد تعبير ثابتة الزمن  $\tau$ .

4.2- باستعمال معاداة الأبعاد، بين أن وحدة  $\tau$  هي الثانية ( $s$ ).

5.2- باستغلال منحنى الوثيقة 2 :

أ- عين قيمة كل من  $I_p$  و  $\tau$ .

ب- حدد قيمة  $r$  مقاومة الوشيعة.

ج- تحقق أن قيمة معامل التحريض للوشيعة هي  $L = 0,18\text{ H}$ .

6.2- أوجد التعبير الحرفي للتوتر  $u_L$  بين مربطي الوشيعة.

7.2- ما تأثير الوشيعة على مرور التيار الكهربائي عند فتح قاطع التيار  $K$  ؟

## — الطريقة الثانية: الدراسة باستعمال مولد للتردد المنخفض GBF يغذي الدارة بتوتر مثلثي.

للتحقق من قيمة معامل التحريض الذاتي  $L$  للوشيعة السابقة، ننجز التركيب الممثل في الوثيقة 3 والمكون من تجميع على التوالي للعناصر التالية:

◀ مولد  $G$  للتردد المنخفض (GBF) يغذي الدارة بتوتر مثلثي؛

◀ موصل أومي مقاومته  $R' = 900\Omega$ ؛

◀ الوشيعة السابقة ذات معامل التحريض  $L$  ومقاومتها  $r$  مهملة أمام  $R'$ . تمثل الوثيقة 4 هيئة التوترين  $u_{AM}(t)$  و  $u_{BM}(t)$ .

• الحساسية الرأسية بالنسبة للمدخل  $Y_A$  هي:  $0,2\text{ V/div}$ ؛

• الحساسية الرأسية بالنسبة للمدخل  $Y_B$  هي:  $1\text{ V/div}$ ؛

• الحساسية الأفقية:  $1\text{ ms/div}$ .

① بين كيفية ربط جهاز راسم التذبذب لمعاينة التوترين  $u_{AM}(t)$  و  $u_{BM}(t)$ .

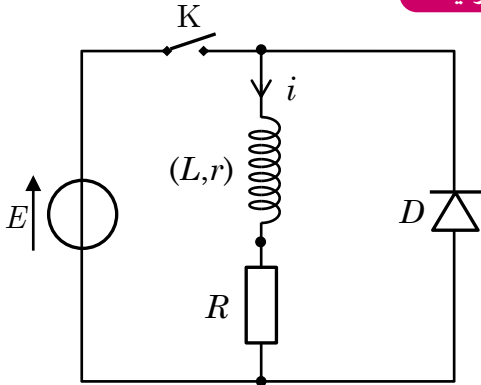
② أكتب تعبير التوتر  $u_{AM}$  بدلالة  $L$  و  $\frac{di}{dt}$ ، ثم تعبير التوتر  $u_{BM}$  بدلالة  $R'$  و  $i$ .

③ استنتج التعبير التالي:  $u_{AM} = -\frac{L}{R'} \cdot \frac{du_{BM}}{dt}$ .

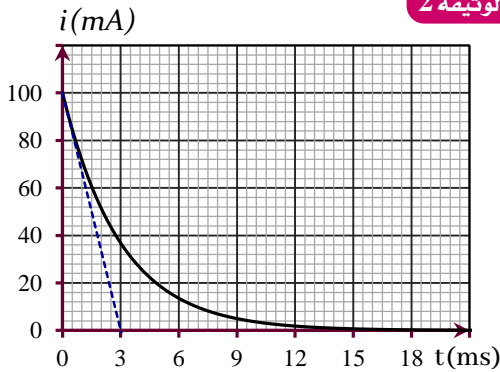
④ تحقق من قيمة معامل التحريض  $L$ .

⑤ احسب  $E_{m,max}$  الطاقة المغناطيسية القصوى المخزونة في الوشيعة.

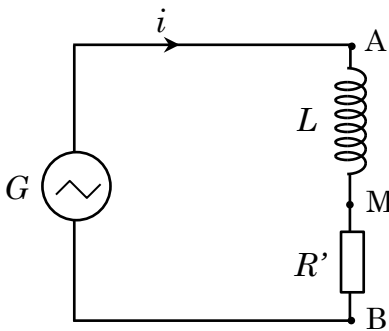
الوثيقة 1



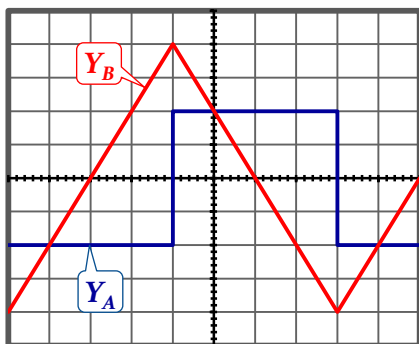
الوثيقة 2



الوثيقة 3



الوثيقة 4



## التمرين 1

- ① منحنى التيار  $i$  يكون معاكسا لمنحنى سهم التوترين  $u_R$  و  $u_C$ .  
 ③ التوصل إلى:  $A = E$  و  $\tau = RC$ .  
 ⑤ استغلال المنحنى:  $\tau = 1s$ .  
 ⑥ تطبيق عددي:  $E_e = 7,2 \cdot 10^{-2} J$ .

## التمرين 2

- ① تطبيق عددي:  $C_{AB} = 0,8 \mu F$ .  $\Leftarrow$  الحصول على سعة صغيرة ...  
 ② تطبيق عددي:  $C_{eq} = 10 nF$ .  $\Leftarrow$  الحصول على سعة كبيرة ...

## التمرين 3

- ① يدخل التيار الكهربائي في اللبوس الموجب (اللبوس A).  
 ② تطبيق عددي:  $E_e = 3 \cdot 10^{-3} J$ .  
**الطريقة الثانية:**  
 ① التوصل إلى:  $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$ .  
 ② التوصل إلى:  $A = E$  و  $\alpha = 1 / RC$ .  
 ④ التوصل إلى:  $\tau = 0,5 s$ . تطبيق عددي:  $R = 333,3 \Omega$ .  
 ⑤ يجب أن تكون R صغيرة.

## التمرين 4

- ③ التوصل إلى:  $RC \frac{dq}{dt} + q = CE$ .  
 ④ التوصل إلى:  $A = EC_0$  و  $m = 1 / RC_0$ .  
 ⑤ التوصل إلى:  $\tau = (R+r) \cdot C_0$ .  
 ⑦ تطبيق عددي:  $R = 4,48 k\Omega$  و  $C_0 = 3,11 \mu F$ .

## التمرين 5

- ③ التوصل إلى:  $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$ .  
 ④ التوصل إلى:  $A = E$  و  $B = -E$  و  $\tau = RC$ .  
 ⑤  $\tau = 1 s$ .  
 ⑥ تطبيق عددي:  $E_e = 7,2 mJ$ .

## التمرين 6

- ④ أ-  $\ln(u_C) = \ln(E e^{-\frac{t}{\tau}}) = \ln E + \ln(e^{-\frac{t}{\tau}}) = \ln E - \frac{t}{\tau}$ .  
 ب-  $E = 6 V$  و  $\tau = 4 ms$ .  
 ج-  $C = 4 \mu F$ .

## التمرين 7

- ③ التوصل إلى:  $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$ .  
 ④ التوصل إلى:  $A = E$  و  $B = -E$  و  $\tau = RC$ .  
 ⑤ التوصل إلى:  $\tau_1 = 0,4 ms$ . R صغيرة  $\Leftarrow$  مدة الشحن صغيرة.  
 ⑥ تطبيق عددي:  $E_e = 27 \mu J$ .  
 ⑦ التوصل إلى:  $\theta_2 = 210^\circ C$ .

## التمرين 9

- ① منحنى التيار  $i$  يكون معاكسا لمنحنى سهم التوترين  $u_R$  و  $u_L$ .  
 ② التوصل إلى:  $\frac{L}{R+r} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R+r}$ .  
 ③ التوصل إلى:  $I_0 = E / (R+r)$  و  $\tau = L / (R+r)$ .  
 ⑤ أ-  $I_0 = 120 mA$ . ب-  $\tau = 1 ms$ . ج-  $r = 10 \Omega$ .  
 ⑦ التوصل إلى:  $u_L \approx 12 \cdot e^{-900t}$  ؛  $(I_0 = 133 mA)$ .  
 ⑧ تطبيق عددي:  $E_m = 7,2 \cdot 10^{-4} J$ .

## التمرين 10

في طور الإنجاز

## - الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد -

## الوحدة 11: قوانين نيوتن (LN) :

- معرفة تعبري كل من متجهة السرعة اللحظية ومتجهة التسارع.
- معرفة وحدة التسارع.
- معرفة إحداثيات متجهة التسارع في معلم ديكارتي وفي أساس فريفي.
- استغلال الجداء  $\vec{v} \cdot \vec{a}$  لتحديد نوع الحركة (متباطئة . متسارعة).
- معرفة المرجع الغاليلي.
- معرفة القانون الثاني لنيوتن  $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G$  و  $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  ، ومجال صلاحيته.
- تعرف دور الكتلة في قصور مجموعة.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لتحديد المقادير المتجهة الحركية  $\vec{v}_G$  و  $\vec{a}_G$  واستغلالها.
- معرفة واستغلال القانون الثالث لنيوتن.
- استعمال معادلة الأبعاد.

## الوحدة 12: السقوط الرأسي لجسم صلب (CVS) :

- معرفة واستغلال النموذجين التاليين لقوة الاحتكاك في الموائع :  $\vec{f} = -k \cdot v \cdot \vec{i}$  و  $\vec{f} = -k \cdot v^2 \cdot \vec{i}$ .
- استغلال المنحنى لتحديد:
  - السرعة الحدية ؛
  - الزمن المميز ؛
  - النظام البدئي والنظام الدائم.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن للتوصل إلى المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور جسم صلب في سقوط رأسي باحتكاك.
- معرفة طريقة أولير (Euler) وتطبيقها لإنجاز حل تقريبي للمعادلة التفاضلية.
- تعريف السقوط الرأسي الحر.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور جسم صلب في سقوط حر.

## الوحدة 13: الحركات المستوية (MP) :

- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على قذيفة:
  - لإثبات المعادلات التفاضلية للحركة ؛
  - لاستنتاج المعادلات الزمنية للحركة واستغلالها ؛
  - لإيجاد معادلة المسار، وقمة المسار والمدى.
- معرفة مميزات قوة لورنتز (Lorentz) وقاعدة تحديد منحائها.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم في حالة  $\vec{V}_0$  عمودية على  $\vec{B}$  :
  - لتحديد طبيعة الحركة ؛
  - لحساب الانحراف المغنطيسي.

## الوحدة 14: الأقمار الاصطناعية و الكواكب (SAT) :

- معرفة المرجع المركزي الشمسي والمرجع المركزي الأرضي.
- معرفة القوانين الثلاثة لكيبيلر في حالة مساردائري ومسار إهليلجي.
- تطبيق القوانين الثلاثة لكيبيلر في حالة مساردائري.
- معرفة التعبير المتجهي لقانون التجاذب الكوني.
- إثبات القانون الثالث لكيبيلر في حالة مساردائري.
- معرفة أن القوة التي يخضع لها مركز قصور قمر اصطناعي أو كوكب قوة انجاذبية مركزية.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور قمر اصطناعي أو كوكب لتحديد طبيعة الحركة

## الوحدة 15: العلاقة الكمية بين مجموع العزوم و التسارع الزاوي ( $\Sigma M = f(\ddot{\theta})$ ):

- معلمة نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت بأفصوله الزاوي.
- معرفة تعبير التسارع الزاوي ووحدته.
- معرفة واستغلال تعبير المركبتين  $a_T$  و  $a_N$  بدلالة المقادير الزاوية.
- معرفة وتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت لإثبات المعادلة التفاضلية للحركة وإيجاد حلها.
- معرفة أن وحدة عزم القصور هي  $(N.m^2)$ .
- معرفة واستغلال مميزات حركة الدوران المتغير بانتظام ومعادلاتها الزمنية.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن والعلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على مجموعة ميكانيكية مركبة من جسمين على الأكثر في حالة إزاحة مستقيمة وآخر في حالة دوران حول محور ثابت لإثبات المعادلات التفاضلية ولتحديد مقادير حركية ومقادير تحريكية.

## الوحدة 16: المجموعات الميكانيكية المتذبذبة (SMO):

- معرفة الحركة التذبذبية.
- تعرف التذبذبات الحرة.
- تعرف خمود التذبذبات ومختلف أصنافه وأنظمتها.
- معرفة أن الدور الخاص يقارب شبه الدور في حالة الخمود الضعيف (نظام شبه دوري).
- معرفة مميزات قوة الارتداد المطبقة من طرف نابض على جسم صلب في حركة.
- استغلال مخطط المسافات  $x = f(t)$ .
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة المتذبذب (جسم صلب . نابض) في وضع أفقي أو رأسي أو مائل.
- تحديد طبيعة حركة المتذبذب وكتابة المعادلة الزمنية للحركة.
- معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية للنواس المرن وتحديد انطلاقا من الشروط البدئية.
- معرفة واستغلال تعبير الدور الخاص والتردد الخاص للمتذبذب (جسم صلب . نابض).
- تحديد صنفى الخمود ( الصلب والمائع) انطلاقا من أشكال مخططات المسافات  $x=f(t)$ .
- معرفة تعبير مزدوجة الارتداد المطبقة من طرف سلك اللي على جسم صلب في حركة تذبذبية.
- تطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة نواس اللي في حالة الاحتكاكات المهمة.
- تحديد طبيعة حركة نواس اللي وكتابة المعادلة الزمنية للحركة.
- معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية لنواس اللي وتحديد انطلاقا من الشروط البدئية.
- معرفة واستغلال تعبير الدور الخاص والتردد الخاص لنواس اللي.
- استغلال المخطط  $\theta=f(t)$  لتحديد المقادير المميزة لحركة النواس.
- تحديد صنفى الخمود ( الصلب والمائع) انطلاقا من أشكال المخططات  $\theta=f(t)$ .
- تطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة النواس الوزن في حالة الاحتكاكات المهمة والتذبذبات الصغيرة.
- تحديد طبيعة حركة النواس الوزن وكتابة المعادلة الزمنية للحركة.
- معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية للنواس الوزن وتحديد انطلاقا من الشروط البدئية.
- معرفة واستغلال تعبير الدور الخاص والتردد الخاص للنواس الوزن في حالة التذبذبات الصغيرة.
- استغلال المخطط  $\theta=f(t)$  لتحديد المقادير المميزة لحركة النواس الوزن في حالة التذبذبات الصغيرة.
- تعريف النواس البسيط المتواقت للنواس الوزن.
- معرفة تعبير الدور الخاص للنواس البسيط.
- تعرف المثير والرنان وظاهرة الرنين الميكانيكي وشروط حدوثها.
- تعرف تأثير الخمود على أنظمة الرنين.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن والعلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على مجموعة ميكانيكية متذبذبة مركبة من جسم في حالة إزاحة مستقيمة وآخر في حالة دوران حول محور ثابت وفي وضعيات مختلفة، لإثبات المعادلات التفاضلية ولتحديد مقادير حركية ومقادير تحريكية.



## الوحدة 17: المظاهر الطاقية (AE):

- تحديد شغل قوة خارجية مطبقة من طرف نابض.
- معرفة واستغلال تعبير طاقة الوضع المرنة.
- معرفة واستغلال علاقة شغل قوة مطبقة من طرف نابض بتغير طاقة الوضع المرنة.
- معرفة واستغلال تعبير الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب . نابض).
- استغلال انحفاظ وعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب . نابض).
- استغلال مخططات الطاقة.
- تحديد شغل مزدوجة اللي.
- معرفة واستغلال تعبير طاقة الوضع للي.
- معرفة واستغلال علاقة شغل مزدوجة اللي بتغير طاقة الوضع للي.
- معرفة واستغلال تعبير الطاقة الميكانيكية لنواس اللي.
- استغلال انحفاظ وعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية لنواس اللي.
- استغلال مخططات الطاقة.
- استغلال تعبير طاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية لتحديد الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن في حالة التذبذبات الصغيرة.
- استغلال انحفاظ الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن في حالة التذبذبات الصغيرة.

## الوحدة 18: الذرة و ميكانيك نيوتن (AMN):

- معرفة تعبير قوة التأثير البيئي التجاذبي، وقوة التأثير البيئي الكهروساكن.
- تعرف أن طاقة الذرة كمّاءة.
- معرفة أن ميكانيك نيوتن لا تمكن من تفسير كمية طاقة الذرة.
- معرفة واستغلال العلاقة  $\Delta E = h \cdot \nu$ .
- تفسير طيف الحزات.

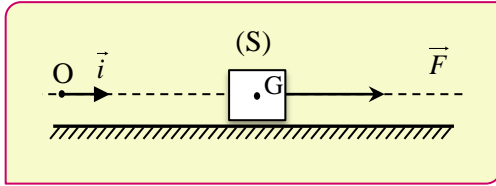
« *Ne jamais faire de calcul avant d'en connaitre le résultat* »

- Wheeler -

نسبة الأهمية	المستويات المهارية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
	الميكانيك	13,5 %	10 %	9,45 %	27 %

- العلاقة الكمية بين مجموع العزوم و التسارع الزاوي.
- المجموعات الميكانيكية المتذبذبة.
- المظاهر الطاقة.
- الذرة و ميكانيك نيوتن.

- قوانين نيوتن.
- السقوط الرأسي لجسم صلب.
- الحركات المستوية.
- الأقمار الاصطناعية و الكواكب.



- 1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها  $x_G$  أفصول  $G$  في المعلم  $R(O, \vec{i})$  هي  $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m}$ . استنتج طبيعة حركة  $G$ .
- 2 أوجد التعبير العددي لمتجه التسارع  $\vec{a}_G$  لحركة  $G$ .
- 3 احسب شدة القوة  $\vec{F}$ .

### تمرين رقم 1° | 10 min | Appli

إحداثيات متجهة الموضع  $\vec{OG}$  خلال حركة جسم صلب في معلم متعامد

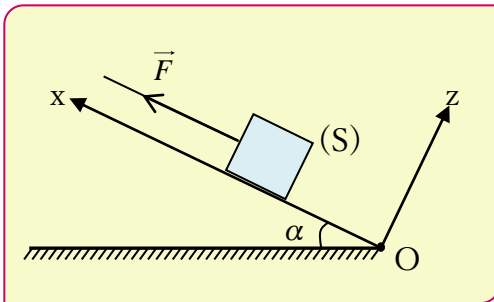
$$\vec{OG} \begin{cases} x = 4.t + 5 \\ y = 2.t^3 - t \\ z = 10.t^2 \end{cases} \text{ منظم } R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k}) \text{ هي :}$$

- 1 حدد إحداثيات متجهة السرعة  $\vec{v}_G$  في نفس المعلم. ثم احسب  $v_G$  في اللحظة  $t=2s$ .
- 2 أوجد إحداثيات متجهة التسارع  $\vec{a}_G$  في نفس المعلم. واحسب قيمة  $a_G$  عند اللحظة  $t=1s$ .

### تمرين رقم 4° | 30 min | Appli

يتكون التركيب الممثل جانبه من جسم صلب (S) كتلته  $m=200g$  قابل للانزلاق على سكة مائلة بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي. نطبق بواسطة خيط غير قابل للامتداد، قوة ثابتة  $\vec{F}$  لجر الجسم (S) وفق الخط الأكبر ميلا بالنسبة للمستوى الأفقي. نعتبر خلال هذه الحركة أن شدة المركبة المماسية  $f = R_T$  للقوة التي يطبقها المستوى المائل على الجسم (S) وشدة مركبتها المنظمية تربط بينهما العلاقة:  $R_T = 0,25 R_N$ . عند اللحظة  $t=0$ ، ينطلق الجسم (S) من النقطة O بتسارع ثابت قيمته  $a = 1,2 m.s^{-2}$ .

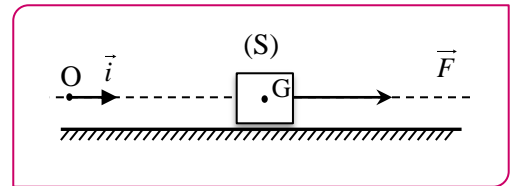
• نعطي:  $g = 9,8 m.s^{-2}$ .



- 1 اوجد و مثل القوى المطبقة على الجسم (S).
- 2 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، احسب قيمة  $R_N$  واستنتج  $R_T$ .
- 3 احسب الشدة  $F$ .
- 4 اكتب، بدلالة الزمن  $t$  ، المعادلة الزمنية  $x(t)$  لحركة مركز قصور الجسم  $G$  باعتبار أن الجسم ينطلق بدون سرعة بدئية من النقطة O (أصل المعلم).
- 5 ما هي المسافة التي قطعها الجسم عند اللحظة  $t = 10 s$  ؟
- 6 احسب قيمة  $v_G$  سرعة الجسم عند هاته اللحظة .

### تمرين رقم 2° | 30 min | Appli

نعتبر جسما صلبا (S) كتلته  $m=0,5Kg$  موضوعا فوق مستوى أفقي. لجر الجسم (S) نطبق عليه قوة أفقية شدتها  $F=2N$ . نعطي:  $g=10 m.s^{-2}$ .



- 1 نفترض أن الحركة تتم بدون احتكاك، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم (S) أثناء حركته ، احسب قيمة تسارعه  $a_G$ .
- 2 استنتج طبيعة حركة مركز قصور الجسم الصلب.
- 3 ماذا سيحدث إذا تم حذف القوة  $\vec{F}$  ؟
- 4 نفترض، في هذه الحالة ، أن الحركة تتم باحتكاك، وأن قوة الاحتكاك مكافئة لقوة شدتها  $f = R_T = 0,5N$ . أوجد التعبير الجديد للتسارع  $a_G$  ثم احسب قيمته.
- أ- نعرف معامل الاحتكاك  $k$  بالعلاقة  $k = \tan(\varphi)$ . احسب  $k$ .
- ب-

### تمرين رقم 3° | 30 min | Type BAC

نضع جسما صلبا (S) مركز قصوره  $G$  وكتلته  $m$  فوق مستوى أفقي، ونطبق عليه بواسطة خيط قوة  $\vec{F}$  ثابتة أفقية منحاهما هو منحى الحركة. لدراسة حركة  $G$  نختار معلما  $R(O, \vec{i})$  مرتبطا بالأرض، ونعتبر لحظة انطلاق  $G$  من A بدون سرعة بدئية أصلا للتواريخ  $(t=0)$ . يمر  $G$  من الموضع B في اللحظة  $t_B$  بسرعة  $v_B$ .

• نعطي:

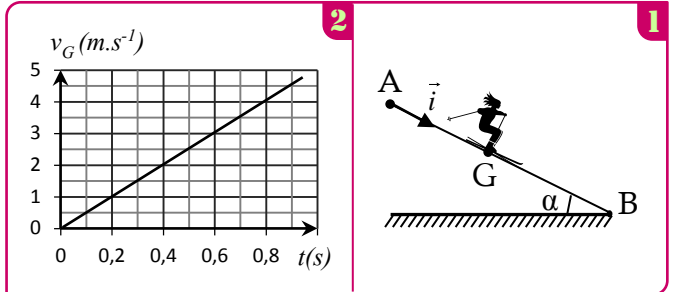
- $m = 0,25kg$  ;
- $t_B = 2s$  ;  $v_B = 2m.s^{-1}$  : الاحتكاكات مهمة.

## تمرين رقم 5° | 15min | Type BAC

عند لحظة  $t=0$ ، ينطلق متزلج كتلته  $m$  من الموضع  $A$ ، فينزلق على سكة طولها  $AB=10m$ . لدراسة حركة  $G$  مركز قصور الجسم  $(S)$  نختار معلمنا  $(A, \vec{i})$  مرتبطا بالأرض حيث  $x_G = x_A = 0$  عند  $t=0$ .

• نعطي:  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$  -

- الحركة تتم بدون احتكاك.



1 بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول  $x_G$  تكتب كما يلي:

$$\frac{d^2 x_G}{dt^2} = g \cdot \sin \alpha$$

استنتج طبيعة حركة  $G$ .

2 بعد تصوير حركة المتزلج بواسطة كاميرا رقمية ومعالجة المعطيات بواسطة برنامج مناسب تم الحصول على مخطط السرعة الممثل في الشكل 2.

أ- عين مبيانيا قيمة التسارع  $a_G$ .

ب- حدد قيمة المدة الزمنية التي قطع فيها المتزلج المسافة  $AB$ .

3 حدد سرعة المتزلج عند وصوله إلى النقطة  $B$ .

## تمرين رقم 6° | 30min | Type BAC

ينطلق متسابق كتلته  $m$  ومركز قصوره  $G$  عند اللحظة  $t_0=0$  من الموضع  $A$  بدون سرعة بدئية حيث  $x_G = x_A = 0$ . خلال حركته، نعتبر أن المتسابق يخضع إلى احتكاكات مكافئة لقوة وحيدة متجهتها  $\vec{f}$  ثابتة ومنحاهها معاكس لمنحى الحركة.

• نعطي:

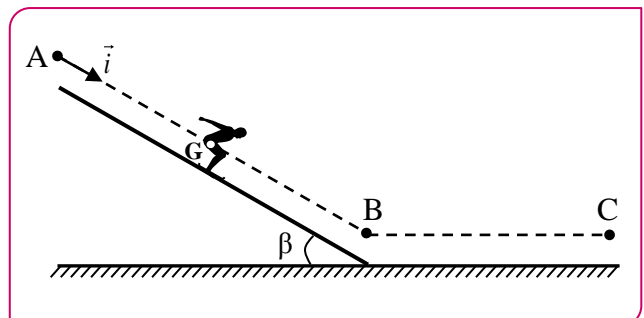
• مسار حركة  $G$  مستقيمي ؛

• شدة مجال الثقالة :  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$  ؛  $m=80 \text{ kg}$  ؛

•  $\beta=30^\circ$  ؛  $f=60 \text{ N}$  ؛  $AB=100 \text{ m}$ .

• سرعة المتسابق في الموضع  $C$  هي:  $v_C=25 \text{ m.s}^{-1}$ .

• طول الجزء  $BC$  هو  $L=90 \text{ m}$ .



1 بين أن تعبير منظم تسارع حركة  $G$  هو:  $a_G = g \cdot \sin \beta - \frac{f}{m}$ .

احسب قيمة  $a_G$ .

2 ما طبيعة حركة المتسابق على هذا المسار؟

3 اكتب المعادلة الزمنية  $x(t)$  لحركة  $G$ .

4 استنتج اللحظة  $t_B$  التي يصل فيها المتسابق إلى النقطة  $B$ .

5 أوجد القيمة  $v_B$  لسرعة المتسابق في الموضع  $B$ .

6 أوجد تعبير الشدة  $f$  لقوة الاحتكاك على الجزء  $BC$  بدلالة  $m$  و  $L$  و  $v_B$  و  $v_C$ . احسب  $f$ .

## تمرين رقم 7° | 15min | Type BAC

يهدف هذا التمرين إلى دراسة الحركة الرأسية لحمولة أثناء رفعها بواسطة رافعة في أحد أورايش البناء.

بأحد أورايش البناء، تم تصوير حركة حمولة  $(C)$ ، مركز قصورها  $G$  و كتلتها  $m=400 \text{ kg}$ ، أثناء رفعها.

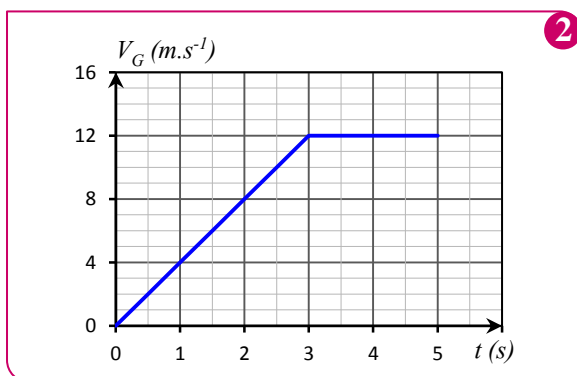
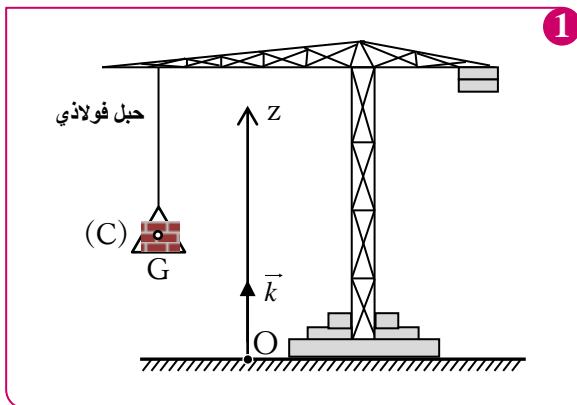
خلال الحركة، يطبق الحبل الفولاذي على  $(C)$  قوة ثابتة متجهتها  $\vec{T}$  ندرس حركة  $G$  في معلم  $(O, \vec{k})$  مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا. شكل 1. بعد معالجة شريط حركة  $(C)$  بواسطة برنم مناسب، نحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2 الذي يمثل السرعة  $V_G(t)$ .

• نأخذ شدة الثقالة:  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$ .

• نهمل جميع الاحتكاكات.

1 حدد طبيعة حركة مركز القصور  $G$  في كل من المجالين الزمنيين  $[0 ; 3s]$  و  $[3s ; 4s]$ .

2 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد شدة القوة  $\vec{T}$  التي يطبقها الحبل الفولاذي في كل من المجالين الزمنيين  $[0 ; 3s]$  و  $[3s ; 4s]$ .



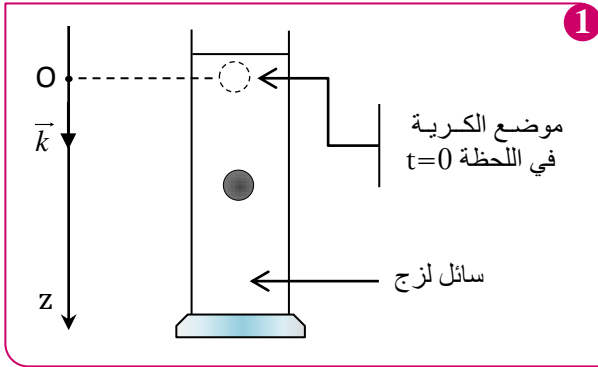
تتمكن دراسة سقوط جسم صلب متجانس في سائل لزج من تحديد بعض المقادير الحركية ولزوجة السائل المستعمل. نملاً أنبوباً مدرجاً بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية  $\rho$  ثم نسقط فيه كرة متجانسة كتلتها  $m$  ومركز قصورها  $G$  بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ . ندرس حركة  $G$  بالنسبة لمعلم أرضي نعتبره غاليليا.

نمعلم حركة  $G$  عند لحظة  $t$  بالأنسوب  $z$  على محور  $(O, \vec{k})$  رأسي ووجهه نحو الأسفل (شكل 1).

نعتبر أن موضع  $G$  منطبق مع أصل المحور  $(O, \vec{k})$  عند أصل التواريخ و أن دافعة أرخميدس  $F_A$  غير مهملة بالنسبة لباقي القوى.

ننمذج تأثير السائل على الكرة أثناء حركتها بقوة احتكاك  $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}_G$  حيث  $\vec{v}_G$  متجهة سرعة  $G$  عند لحظة  $t$  و  $k$  معامل ثابت.

- معطيات : شعاع الكرة:  $r = 6,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  ;  
● كتلة الكرة :  $m = 4,10 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$  ;



1 تطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة  $G$

تكتب على شكل  $\frac{dv_G}{dt} + A \cdot v_G = B$  ، محددا تعبير  $A$  بدلالة  $k$  و

$m$  وتعبر  $B$  بدلالة شدة الثقالة  $g$  و  $m$  و  $\rho$  و  $V$  حجم الكرة.

2 تحقق أن التعبير  $v_G = \frac{B}{A} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  حل للمعادلة التفاضلية، حيث  $\tau = \frac{1}{A}$  الزمن المميز للحركة.

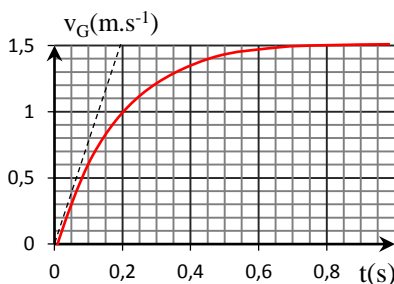
3 أكتب تعبير السرعة الحدية  $v_{lim}$  لمركز قصور الكرة بدلالة  $A$  و  $B$ .

4 نحصل بعدة معلوماتية ملائمة على المنحنى أسفله، حدد  $\tau$  و  $v_{lim}$ .

5 أوجد قيمة المعامل  $k$ .

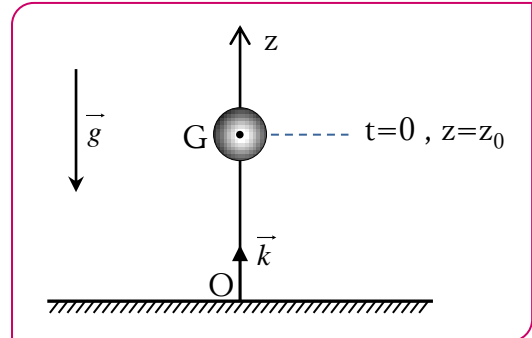
6 يتغير المعامل  $k$  مع شعاع الكرة و معامل اللزوجة  $\eta$  للسائل وفق العلاقة  $k = 6 \pi \eta r$ . حدد قيمة  $\eta$  للسائل المستعمل.

7 تكتب المعادلة التفاضلية لحركة  $G$  على شكل:  $\frac{dv}{dt} = 7,57 - 5v$ .  
باعتداد طريقة أولير و معطيات الجدول أوجد قيمتي  $v_2$  و  $a_1$ .



t (s)	$v_G$ (m.s <sup>-1</sup> )	a (m.s <sup>-2</sup> )
0	0	7,57
0,033	0,25	$a_1$
0,066	$v_2$	5,27

ندرس السقوط الحر لكرية كتلتها  $m$  في الفراغ. عند اللحظة  $t=0$  نحرر الكرة من ارتفاع  $z_0 = 100 \text{ m}$  بدون سرعة بدئية. نمعلم موضع الكرة عند اللحظة  $t$  على المحور الرأسي  $(O, \vec{k})$  لوجهه نحو الأعلى.  
● نأخذ :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$  ;



1 عرف السقوط الرأسي الحر.

2 اجد القوى المطبقة على الكرة، واعط تعبيرها المتجهي.

3 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد تعبير متجهة التسارع  $\vec{a}_G$ . استنتج طبيعة حركة الكرة.

4 حدد تعبير متجهة السرعة و متجهة الموضع للكرية.

5 اكتب المعادلات الزمنية  $v_z(t)$  و  $z(t)$ .

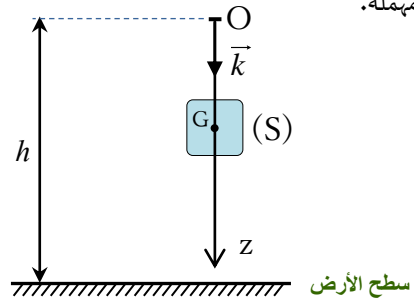
6 أ- استنتج عند أي لحظة تلمس الكرة الأرض ؟

ب- ما سرعة الكرة عند هذه اللحظة (لحظة لمس السطح) ؟

توصل نيوتن إلى اكتشاف قانون التجاذب الكوني ، بعد تأمله في سقوط تفاحة. كما صاغ القانون الأساسي للحركة الذي يعرف بالقانون الثاني لنيوتن الذي يفسر حركة الأجسام .

عند اللحظة  $t=0$ ، نحرر بدون سرعة بدئية من موضع  $O$  يوجد على ارتفاع  $h = 100 \text{ m}$  من سطح الأرض، جسماً صلباً متجانساً كتلته  $m$ . ندرس حركة الجسم  $(S)$  في معلم  $R(O, z)$  مرتبط بالأرض.

● الاحتكاكات مهملة.



1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها

$v_z$  سرعة مركز قصور الجسم  $(S)$  في المعلم  $R(O, z)$ .

2 استنتج طبيعة حركة الجسم  $(S)$ .

3 أكتب المعادلة الزمنية  $z(t)$  لحركة  $G$ .

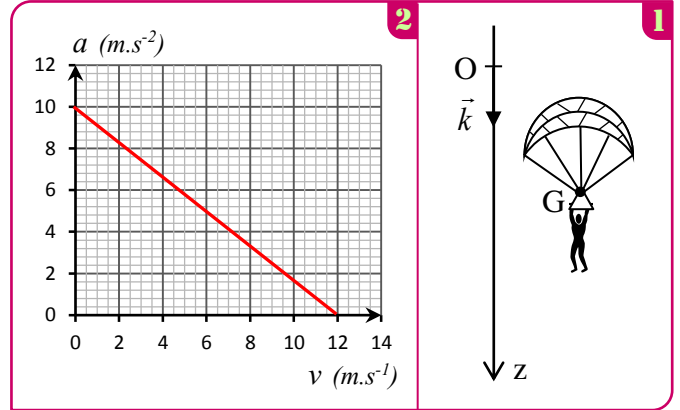
4 علما أن الجسم  $(S)$  يلمس سطح الأرض عند اللحظة  $t = 4,51 \text{ s}$

أحسب قيمة تقريبية لشدة الثقالة  $g$ .

5 أحسب سرعة الجسم  $(S)$  عند اللحظة  $t = 2,00 \text{ s}$ .

- يسقط مظلي كتلته مع لوازمه  $m=100\text{kg}$  سقوطاً رأسياً من نقطة O بدون سرعة بدئية بالنسبة لمعلم أرضي محور  $(O, \vec{k})$  موجه نحو الأسفل. يخضع المظلي أثناء سقوطه إلى قوة مقاومة الهواء شدتها:
  - ♦  $f = k \cdot v$  (بحيث  $k$  معامل ثابت موجب).
  - ♦ نهمل دافعة أرخميدس.

بواسطة عدة تجريبية و معلوماتية ملائمة تم الحصول على منحنى تغيرات التسارع  $a$  لمركز قصور المظلي بدلالة السرعة  $v$ . (الشكل 2).  
نرمز بـ  $g$  لشدة مجال الثقالة.



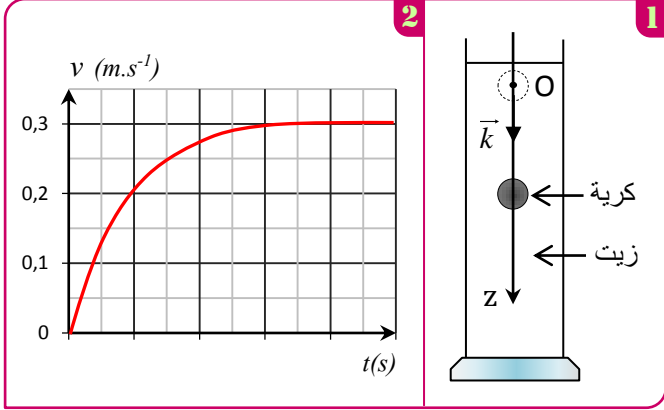
- 1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة المظلي تكتب على شكل:  $\frac{dv}{dt} + A.v = B$ .
- 2 حيث  $A$  و  $B$  ثابتان يجب تحديد تعبيرهما بدلالة  $m$  و  $k$  و  $g$ .
- 3 حدد مبيانيا شدة مجال الثقالة  $g$  والسرعة الحدية  $v_{lim}$ .
- 4 احسب قيمة الثابتين  $A$  و  $B$ .
- 5 استنتج قيمة المقدار  $k$  محددا وحدته.
- 6 عند اللحظة  $t_0=0$  ينطلق المظلي من النقطة O بدون سرعة بدئية. باعتمادك على طريقة أولير، احسب قيمة السرعتين  $v_1$  و  $v_2$  عند اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$ ، والتسارع  $a_2$  عند اللحظة  $t_2$ .  
نأخذ  $\Delta t=0,1\text{s}$  كخطوة للحساب.

يخضع كل جسم صلب مغمور في مائع إلى دافعة أرخميدس، وإذا كان هذا الجسم في حركة إزاحة داخل المائع فإنه يخضع كذلك إلى قوة احتكاك مائع.  
يهدف هذا التمرين إلى تحديد  $\eta$  معامل لزوجة الزيت، بدراسة حركة كرية من الزجاج داخل أنبوب مملوء بالزيت.

● معطيات:

- ♦ الكتلة الحجمية للزجاج:  $\rho = 2600 \text{ kg.m}^{-3}$
- ♦ الكتلة الحجمية للزيت:  $\rho_0 = 970 \text{ kg.m}^{-3}$
- ♦ تسارع الثقالة:  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- ♦ شعاع الكرية:  $r = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- ♦ حجم الكرية:  $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$

- ندرس حركة الكرية في معلم  $(O, \vec{k})$  مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
- تخضع الكرية أثناء حركتها داخل الزيت إلى القوى التالية:
- ♦ دافعة أرخميدس:  $\vec{F} = -\rho_0 \cdot V \cdot g \cdot \vec{i}$ .
- ♦ وزنها:  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ ، مع  $m$  كتلة الكرية.
- ♦ قوة الاحتكاك المائع:  $\vec{f} = -6 \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v \cdot \vec{i}$ ، مع  $v$  سرعة الكرية.



1 بين أن المعادلة التفاضلية لحركة الكرية تكتب على الشكل التالي:

$$\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = C$$

مع تحديد تعبير الثابتة  $C$  بدلالة  $g$  و  $\rho$  و  $\rho_0$ ، وتعبير الثابتة  $\tau$  (الزمن المميز) بدلالة  $\rho$  و  $r$  و  $\eta$ .

2 أثبت أن تعبير السرعة الحدية  $v_{lim}$  يكتب على شكل:

$$v_{lim} = \frac{2 \cdot g \cdot r^2}{9 \cdot \eta} (\rho - \rho_0)$$

3 يمثل المنحنى أعلاه تغير سرعة الكرية بدلالة الزمن، حدد قيمة السرعة الحدية  $v_{lim}$ ، ثم استنتج معامل اللزوجة  $\eta$  للزيت.

4 المعادلة التفاضلية للحركة تكتب على شكل  $\frac{dv}{dt} = 6,15 - 22,15 \cdot v$ .

بتطبيق طريقة أولير حدد قيمة السرعتين  $v_1$  و  $v_2$  عند اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$ ، علما أن خطوة الحساب هي  $\Delta t = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  وأن الكرية تنطلق بدون سرعة بدئية  $v_0 = 0$ .

● قياس معامل اللزوجة للغليسرين

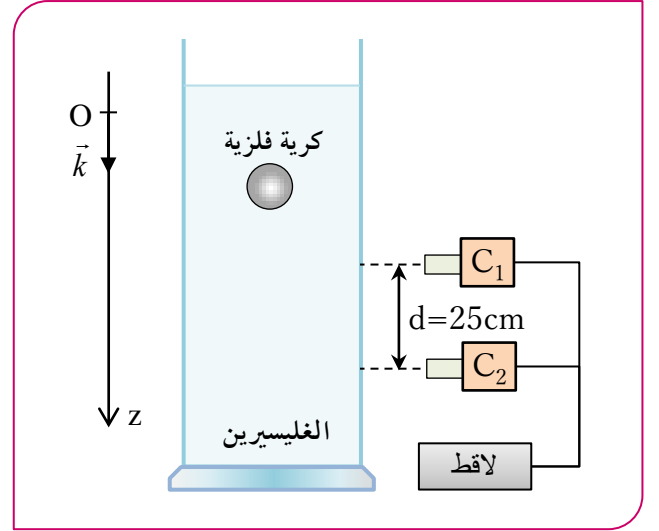
في هذا التمرين سندرس حركة السقوط لكربة فلزية شعاعها  $r$  وكتلتها  $m$ ، في سائل لزج من الغليسرين معامل لزوجه  $\eta$ .  
ننمذج قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف السائل على الكرية أثناء حركتها بـ  $\vec{f} = -6 \pi \cdot \eta \cdot r \cdot \vec{v}$ .

● معطيات:

- ♦ الكتلة الحجمية للكربة الفلزية:  $\rho = 7800 \text{ kg.m}^{-3}$
- ♦ الكتلة الحجمية للغليسرين:  $\rho_0 = 1260 \text{ kg.m}^{-3}$
- ♦ تسارع الثقالة:  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
- ♦ شعاع الكرية:  $r = 1,6 \text{ mm}$ ؛ حجم الكرية:  $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$
- ♦ دافعة أرخميدس المطبقة من طرف الغليسرين:  $F_A = \rho_0 \cdot V \cdot g$



نملاً أنبوباً زجاجياً شفافاً بالجليسرين ثم نسقط فيه الكرة الفلزية، تنطلق الكرة من النقطة O عند اللحظة  $t=0$  بدون سرعة بدئية . لدراسة حركة الكرة نختار محاوراً  $(O, \vec{k})$  موجه نحو الأسفل .



- 1 أجرد القوى المطبقة على الكرة و مثلها على الشكل بعد نقله.
- 2 بين أن المعادلة التفاضلية للحركة تكتب على شكل :

$$\tau \frac{dv}{dt} + v = A$$

- 3 مع تحديد الثابتين A و  $\tau$  بدلالة  $r$  و  $g$  و  $\rho$  و  $\rho_0$  و  $\eta$  . استنتج أن تعبير السرعة الحدية  $v_{lim}$  يكتب على الشكل التالي:

$$v_{lim} = \frac{2g r^2}{9\eta} (\rho - \rho_0)$$

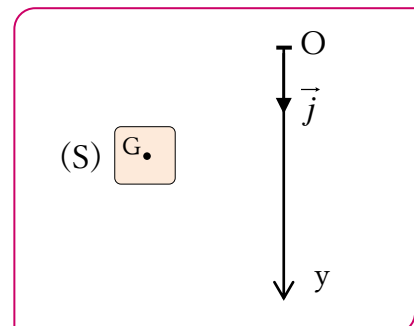
- 4 يبدأ النظام الدائم عندما تصل الكرة إلى اللاقط الأول  $C_1$  حيث تبقى سرعة الكرة ثابتة. يمكن اللاقط الثاني  $C_2$  من قياس المدة الزمنية  $\Delta t$  التي تستغرقها الكرة لقطع المسافة  $d=25cm$  (انظر الشكل أعلاه).

- أ- علماً أن  $\Delta t=1s$  ، حدد قيمة السرعة الحدية  $v_{lim}$  .
- ب- استنتج قيمة معامل اللزوجة  $\eta$  للجليسرين مع تحديد الوحدة.
- ج- استنتج قيمة الزمن المميز  $\tau$  للنظام البدئي .

### تمرين رقم 14° | 20min | Type BAC

عند ارتفاع معين، يسقط جسم صلب (S) كتلته  $m=30 kg$  ، بدون سرعة بدئية.

• نعطي:  $g=9,8 m.s^{-2}$  .



ينطبق موضع G مع أصل المحور  $(O, \vec{j})$  عند أصل التواريخ ( $t=0$ ) . نمذج تأثير الهواء على الجسم (S) أثناء حركته بالقوة:  $\vec{f} = -k.v^2 \vec{j}$  حيث  $\vec{v}$  متجهة سرعة G عند لحظة  $t$  و  $k=2,7$  في النظام العالمي للوحدات.

نهمل تأثير دافعة أرخميدس أمام القوى المطبقة على (S) .

- 1 اعتماداً على معادلة الأبعاد، حدد وحدة الثابتة  $k$  في النظام العالمي للوحدات.

- 2 أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة  $v$  تكتب كما يلي:

$$\frac{dv}{dt} + 9.10^{-2}.v^2 = 9,8$$

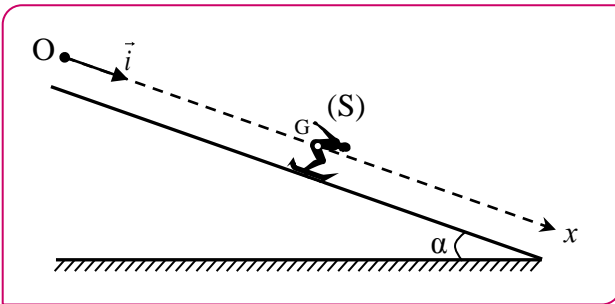
- 3 حدد السرعة الحدية  $V_{lim}$  للحركة.

- 4 علماً أن سرعة مركز القصور G عند لحظة  $t_1$  هي  $v_1=2,75m.s^{-1}$  ، أوجد باعتماد طريقة أولير سرعتة  $v_2$  عند اللحظة  $t_2=t_1+\Delta t$  ، حيث خطوة الحساب هي  $\Delta t=2,4.10^{-2} s$  .

### تمرين رقم 15° | 15min | Type BAC

يمثل الشكل أسفله منحدرًا للتزلج وهو عبارة عن مسار مستقيمي مائل بزاوية  $\alpha = 13^\circ$  .

- نعطي: كتلة المتزلج ولوازمه  $m=60 kg$  و  $g=9,8 m.s^{-2}$  .



تخضع المجموعة (S) خلال حركتها لنوعين من الاحتكاكات:

- احتكاكات التماس بين السطح المائل و المجموعة (S) نمذجها بقوة ثابتة  $\vec{f}_1 = -6.\vec{i}$  .

- احتكاكات ناتجة عن تأثير الهواء، نمذجها بالقوة

$$\vec{f}_2 = -0,06.v^2 . \vec{i} \text{ حيث } v \text{ سرعة مركز القصور } G .$$

- 1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي

$$\frac{dv}{dt} + 10^{-3}.v^2 = 2,1$$

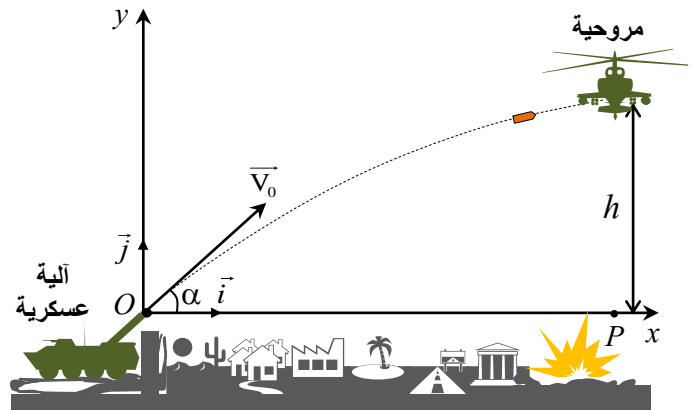
- 2 استنتج قيمة السرعة الحدية  $V_{lim}$  .

- 3 باعتماد الجدول أسفله وباستعمال طريقة أولير، احسب القيمتين  $a_{i+1}$  و  $v_{i+2}$  .

$t(s)$	$v (m.s^{-1})$	$a (m.s^{-2})$
$t_i=3,6$	7,503	2,044
$t_{i+1}=4,0$	8,320	$a_{i+1}$
$t_{i+2}=4,4$	$v_{i+2}$	2,017

## تمرين رقم 16° | 20 min | Appli

في الرسم أسفله، تم تمثيل وضعية دفاع حربية الهدف منها هو إسقاط مروحية مقاتلة بواسطة آلية عسكرية خاصة. لإسقاط المروحية يرمج الجندي مدفع الآلية على زاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي بعد ذلك يتم إطلاق قذيفة كتلتها  $m$  فتغادر فوهة المدفع بسرعة بدئية  $\vec{V}_0$  تكون زاوية  $\alpha$  مع الخط الأفقي عند اللحظة  $t=0$ .



● **معطيات :** جميع الاحتكاكات مهملة.

◀  $h=400\text{ m}$  ;  $OP=1\text{ km}$  ;  
◀  $\alpha=45^\circ$  ;  $g=10\text{ m.s}^{-2}$

① بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد تعبير المعادلتين الزمنيتين  $x(t)$

و  $y(t)$  لحركة القذيفة في المعلم  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ .

② استنتج أن تعبير معادلة المسار يكتب على الشكل التالي:

$$y = -\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$$

③ حدد قيمة السرعة البدئية  $V_0$  التي تمكن من إصابة المروحية.

④ تغادر القذيفة فوهة المدفع عند اللحظة  $t=0$ . في أية لحظة تصل القذيفة إلى المروحية ؟

## تمرين رقم 17° | 25 min | Type BAC

يمثل الشكل جانبه رسم مبسط للعبة أطفال.

يرتكز مبدأ اللعبة على إسقاط السيارة في الرمل أي في النقطة E وتجنب سقوطها في الماء.

يتكون مسار السيارة من جزء مستقيمي مائل و جزء مستقيمي أفقي و جزء دائري. عندما تصل السيارة إلى النقطة A تغادرها بسرعة منظما  $V_A$  يكون اتجاهها زاوية  $\alpha$  مع الخط الأفقي.

ننمذج السيارة بنقطة مادية كتلتها  $m$ . ونهمل جميع الاحتكاكات

● **معطيات:**

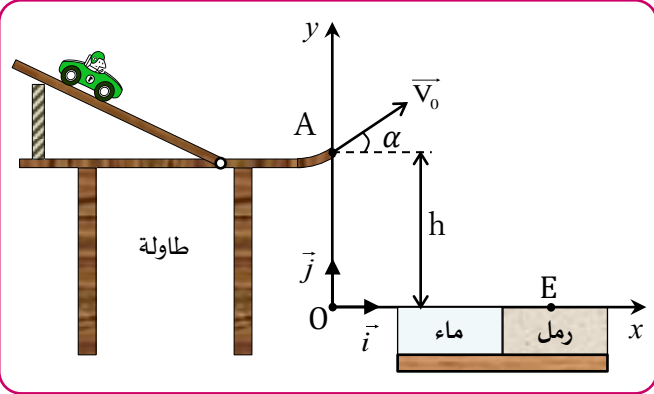
انظر الرسم التالي:

■  $\alpha=30^\circ$

■  $g=9,81\text{ m.s}^{-2}$

■  $OE=80\text{ cm}$

■  $OA=h=50\text{ cm}$



ندرس الحركة في معلم متعامد ممنظم  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ .

① أوجد المعادلتين الزمنيتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة السيارة.

② بين أن تعبير معادلة المسار في المعلم  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$  يكتب على شكل:

$$y(x) = -\frac{g}{2V_A^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha + h$$

③ حدد قيمة السرعة البدئية  $V_A$  لكي تسقط السيارة في النقطة E. (أي لتسقط في الرمل؛ حيث تكون المحاولة ناجحة).

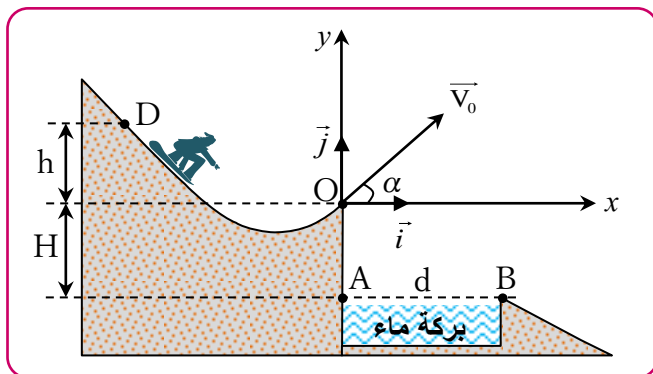
④ حدد اللحظة  $t_E$  التي تصل فيها السيارة إلى النقطة E.

⑤ أوجد قيمة  $x_S$  أفصول قمة مسار السيارة.

## تمرين رقم 18° | 20 min | Type BAC

يتزلج متزلج على سطح جبل مكسو بطبقة من الجليد توجد في سفحه بركة ماء.

يبين الشكل التالي مكان بركة الماء بالنسبة للنقطة O التي يكون عندها المتزلج مضطرا لمغادرة سطح الجبل بسرعة  $\vec{V}_0$  تكون متجهتها زاوية  $\alpha$  مع المستقيم الأفقي. انطلق المتزلج من نقطة D توجد على ارتفاع h بالنسبة للمستوى الأفقي المار من النقطة O.



في إحدى المحاولات، مر المتزلج من النقطة O أصل المعلم بسرعة معينة فسقط في بركة الماء.

نريد تحديد القيمة الدنيا  $h_m$  للارتفاع h للنقطة D التي يجب أن ينطلق منها المتزلج، بدون سرعة بدئية، لكي لا يسقط في بركة الماء.

● **معطيات:** ■ كتلة المتزلج ولوازمه:  $m=60\text{ kg}$  ;

■  $H=0,50\text{ m}$  ;  $g=10\text{ m.s}^{-2}$

■  $\alpha=30^\circ$  ;  $d=AB=10\text{ m}$

■ جميع الاحتكاكات مهملة.

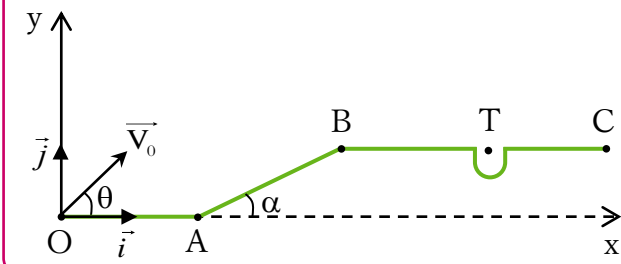
## تمرين رقم 20° | 20min | Type BAC

### دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم

يتكون أحد مدارات ملعب الغولف من 3 أجزاء:

- جزء أفقي OA طوله  $OA=2,2\text{ m}$
- جزء AB طوله  $AB=4\text{ m}$  ومائل بزاوية  $\alpha=24^\circ$
- جزء BC أفقي به حفرة مركزها T يبعد عن النقطة B بالمسافة  $BT=2,1\text{ m}$

توجد النقط B و T و C على استقامة واحدة. (الشكل أسفله)  
نهمل تأثير الهواء و أبعاد كرة الغولف.



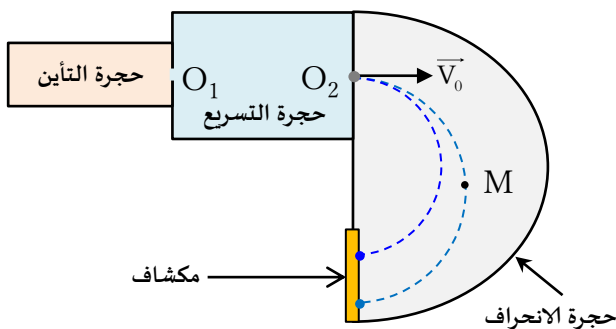
تتم دراسة حركة الكرة في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  المرتبط بالأرض نعتبره غاليليا.  
عند اللحظة  $t=0$ ، تم ارسال كرة الغولف من النقطة O نحو المركز T للحفرة بسرعة بدئية  $V_0=10\text{ m.s}^{-1}$ .  
تكون المتجهة  $\vec{V}_0$  زاوية  $\theta=45^\circ$  مع المحور الأفقي (Ox).

- 1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة الكرة.
- 2 استنتج معادلة مسار الكرة.
- 3 حدد قيمة  $x_S$  أفصول قمة مسار الكرة.
- 4 تحقق أن الكرة تمر من النقطة T مركز الحفرة.

## تمرين رقم 21° | 20min | Appli

راسم الطيف للكتلة جهاز يمكن من فرز أيونات ذات كتل أو شحن مختلفة.

- نريد فرز الأيونات  $^{22}_{11}\text{Na}^+$  عن الأيونات  $^{24}_{11}\text{Na}^+$ ، كتلتاهما بالتتابع هما:  
 $m_1=36,5 \cdot 10^{-27}\text{ Kg}$  و  $m_2=39,8 \cdot 10^{-27}\text{ Kg}$
- لهذا الغرض نستعمل راسم الطيف المبين في الشكل أسفله.
- نهمل وزن الأيونات أمام القوى الأخرى.



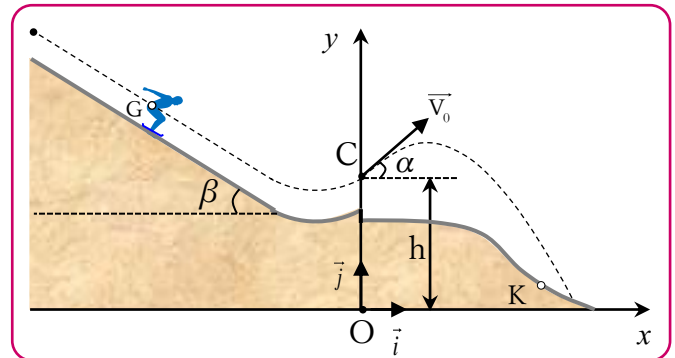
- 1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها كل من إحداثي متجهة سرعة المتزلج في المعلم  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ .
- 2 بين أن معادلة المسار تكتب في المعلم الديكارتي على الشكل التالي:

$$y(x) = -\frac{g}{2V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} \cdot x^2 + x \cdot \tan \alpha$$

- 3 بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية بين D و O بين أن تعبير السرعة البدئية عند النقطة O يكتب على شكل:  $V_0 = \sqrt{2g \cdot h}$
- 4 حدد القيمة الدنيا  $h_m$  للارتفاع h لكي لا يسقط المتزلج في بركة الماء.

## تمرين رقم 19° | 20min | Type BAC

يعتبر القفز التزلجي من الرياضات الشتوية المشهورة حيث ينزلق فيها المتسابق وفق منحدر ليقفز في الهواء بسرعات تصل قيمتها إلى 95km/h تقريبا وتكون متجهاتها زاوية تقارب  $11^\circ$  مع المستوى الأفقي، وذلك لتحقيق أحسن إنجاز ممكن.  
تتكون حلبة السباق من منحدر مستقيمي مائل بزاوية  $\beta$  بالنسبة للمستوى الأفقي ومن جزء مقعر ومنطقة سقوطه على الجليد شكلها منحنى (انظر الشكل أسفله).



يمر المتسابق عبر الجزء المقعر ليقفز في الهواء من الموضع C بسرعة بدئية  $\vec{V}_0$  تكون زاوية  $\alpha$  مع المستوى الأفقي المار من C.  
لدراسة حركة G في مجال الثقالة المنتظم نختار معلما متعامدا ممنظما  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$  ونعتبر لحظة مرور G من C أصلا للتواريخ  $t=0$ .

• معطيات:

- $OC=h=86\text{ m}$  ;  $g=10\text{ m.s}^{-2}$
- $\alpha=11^\circ$  ;  $V_0=25\text{ m.s}^{-1}$
- جميع الاحتكاكات مهملة.

- 1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن تعبير المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة G هما:

$$\begin{cases} x(t) = (V_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + (V_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + h \end{cases}$$

- 2 استنتج التعبير الحرفي لمعادلة المسار  $y=f(x)$ .
- 3 احسب قيمة  $V_G$  سرعة المتزلج عند اللحظة  $t=4\text{ s}$ .
- 4 تعتبر القفزة ناجحة إذا تجاوز المتسابق عند سقوطه، الموضع المعلم بالحرف K أفصوله  $x_K=90\text{ m}$ .  
يسقط المتسابق على الجليد عند اللحظة  $t=4\text{ s}$  في موضع يكون أفصول G هو  $x_G$ . تحقق أن قفزة المتسابق كانت ناجحة.

- 1 حدد الاتجاه والمنحى و الشدة لقوة لورنتز المطبقة على الدقيقة  $Li^+$  في النقطة O .
- 2 حدد منحى المتجهة  $\vec{B}$  مستعملا الرمز  $\odot$  إذا كان نحو الأمام أو الرمز  $\otimes$  إذا كان نحو الخلف.
- 3 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي، بين أن حركة الأيون  $Li^+$  حركة منتظمة ومسارها دائري يكتب على شكل:

$$R_{Li} = \frac{m_{Li} \cdot V}{e \cdot B}$$

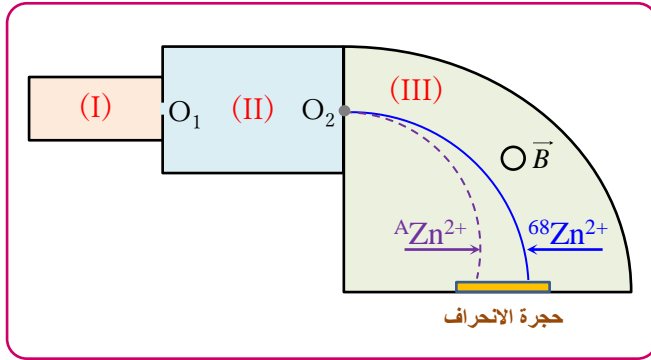
- 4 باستغلال معطيات الشكل 1، حدد النسبة  $\frac{R_X}{R_{Li}}$ ، حيث  $R_X$  شعاع مسار الدقيقة  $X^{2+}$ .
- 5 تعرف، معللا جوابك، على الدقيقة  $X^{2+}$  علما أنها توجد ضمن الأيونات الثلاثة المقترحة في الجدول التالي:

الأيون	$^{40}_{20}Ca^{2+}$	$^{26}_{12}Mg^{2+}$	$^{24}_{12}Mg^{2+}$
كتلة الأيون بـ (u)	39,952	25,983	23,985

### تمرين رقم 23° | 25 min | Type BAC

راسم الطيف للكتلة لجهاز يمكن من فرز أيونات ذات شحن مختلفة أو كتل مختلفة، ويتكون من:

- حجرة التأين (I).
- حجرة التسريع (II).
- حجرة الانحراف (III).



نضع في حجرة التأين خليطا من نظيري عنصر الزنك بحيث تتحول أيوناته إلى  $^{68}Zn^{2+}$  و  $^{64}Zn^{2+}$  ذات الكتلة على التوالي  $m_1$  و  $m_2$ . في الحجرة (II) يتم تسريع هذه الأيونات بعد خروجها من الثقب  $O_1$  بسرعة مهمة.

#### • معطيات:

- كتلة الأيون  $^{68}Zn^{2+}$  :  $m_1 = 1,13 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$
- $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- شعاع مسار الأيون  $^{68}Zn^{2+}$  :  $R_1 = 26,6 \text{ cm}$
- شعاع مسار الأيون  $^{64}Zn^{2+}$  :  $R_2 = 27 \text{ cm}$
- كتلة البروتون = كتلة النيوترون =  $m$  بحيث :  $m = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- نهمل كتلة الإلكترون.

تتحول ذرات الصوديوم في حجرة التأين إلى أيونات  $Na^+$  التي تغادر هذه الحجرة عند الثقب  $O_1$  ثم تسرع في حجرة التسريع. لتكن  $V_1$  و  $V_2$  بالتتابع سرعة الأيونين  $^{22}_{11}Na^+$  و  $^{24}_{11}Na^+$  عند مرورهما بالثقب  $O_2$ . بعد خروج الأيونات من الثقب  $O_2$  تدخل إلى حجرة الانحراف التي يوجد بها مجال مغناطيسي منتظم متجهته  $\vec{B}$ .

• معطيات:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$B = 0,2 \text{ T}$

$V_1 = 93600 \text{ m.s}^{-1}$

$V_2 = 89700 \text{ m.s}^{-1}$

- 1 أنقل الشكل إلى ورقة تحريرك و مثل عليه في النقطة M متجهة المجال المغناطيسي  $\vec{B}$  باستعمال الرمز  $\odot$  إذا كان المنحى نحو الأمام أو الرمز  $\otimes$  إذا كان المنحى نحو الخلف.
- 2 بين أن سرعة الأيونات داخل حجرة الانحراف ثابتة.
- 3 بين أن تعبير شعاع مسار الأيون  $^{22}_{11}Na^+$  هو:  $R_1 = \frac{m_1 \cdot V_1}{e \cdot B}$ . استنتج تعبير شعاع مسار الأيون الثاني  $^{24}_{11}Na^+$ .
- 4 لتكن  $M_1$  و  $M_2$  بالتتابع نقطتي اصطدام الأيونين  $^{22}_{11}Na^+$  و  $^{24}_{11}Na^+$  بالمكشاف. أحسب المسافة  $M_1M_2$ .

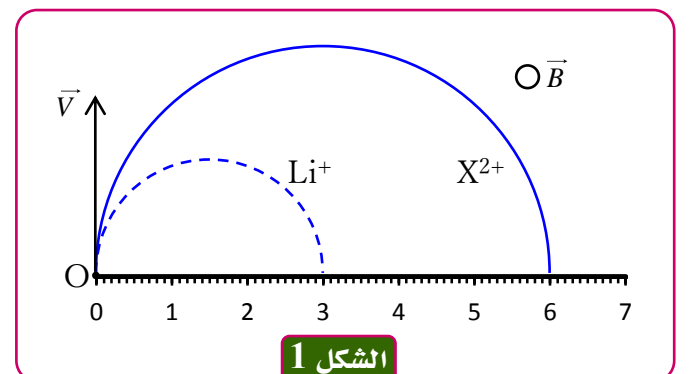
### تمرين رقم 22° | 25 min | Type BAC

#### دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغناطيسي منتظم

تدخل دقيقتان مشحونتان  $Li^+$  و  $X^{2+}$  من نقطة O، بنفس السرعة البدئية متجهتها  $\vec{V}$ ، في حيز من الفضاء به مجال مغناطيسي منتظم، متجهته  $\vec{B}$  عمودية على المتجهة  $\vec{V}$ . تمثل  $q_X$  و  $m_X$  على التوالي الشحنة الكهربائية والكتلة للدقيقة  $X^{2+}$ . نعتبر أن  $Li^+$  و  $X^{2+}$  تخضعان فقط لقوة لورنتز (Lorentz).

#### • معطيات:

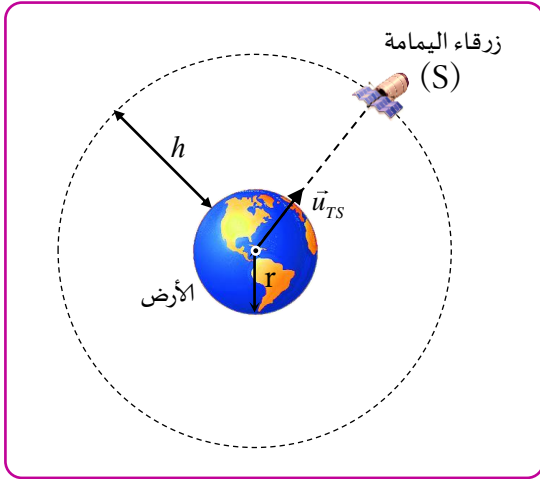
- السرعة البدئية:  $V = 10^5 \text{ m.s}^{-1}$
- شدة المجال المغناطيسي:  $B = 0,5 \text{ T}$
- قيمة الشحنة الابتدائية:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- كتلة الأيون  $Li^+$  :  $m_{Li} = 6,015 \text{ u}$
- $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- يمثل الشكل أسفله مساري الدقيقتين في المجال المغناطيسي  $\vec{B}$ ؛
- نذكر أن تعبير قوة لورنتز هو:  $\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$ .



الشكل 1

زرقاء اليمامة، قمر اصطناعي مغربي يقوم بمهام مراقبة الحدود الجغرافية للمملكة وبالتواصل والاستشعار عند بعد وقد انجز هذا القمر من طرف خبراء المركز الملكي للاستشعار البعدي بتعاون مع خبراء دوليين. تم وضع زرقاء اليمامة في مداره يوم 10 دجنبر 2001 على ارتفاع  $h$  من سطح الأرض.

ينجز هذا القمر الاصطناعي حوالي 14 دورة حول الأرض في يوم واحد. نفترض أن مسار القمر (S) دائريا، ونعتبر أن الأرض ذات تماثل كروي لتوزيع الكتلة، كما نهمل أبعاد (S) أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الأرض.



- ◆ **نُعطي:** ◆ ثابتة التجاذب الكوني:  $G=6,67.10^{-11}(\text{SI})$  ;  
 ◆ شعاع الأرض:  $r_T=6350\text{km}$  ;  
 ◆ شدة الثقالة على سطح الأرض:  $g_0=9,8\text{m.s}^{-2}$  ;  
 ◆ دور الأرض:  $T=84164\text{s}$  ;  
 ◆ الارتفاع  $h$ :  $h=1000\text{km}$  ;  
 ◆  $\vec{u}_{TS}$  متجهة واحدة موجه من O نحو S.

- 1 أنقل تبيانة الشكل أعلاه و مثل عليها متجهة السرعة  $\vec{V}_S$  للقمر الاصطناعي و مثل كذلك متجهة قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر الاصطناعي (S).
- 2 أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر الاصطناعي (S).
- 3 اكتب في أساس فريني، تعبير متجهة التسارع لحركة (S).
- 4 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور (S):  
 أ- بين أن حركة (S) دائرية منتظمة.  
 ب- اكتب تعبير  $V_S$  بدلالة  $g_0$  و  $r_T$  و  $h$  ; واحسب قيمتها.
- 5 بين أن كتلة الأرض هي  $M_T=6.10^{24}\text{kg}$ .
- 6 بين أن القمر الاصطناعي (S) لا يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي.
- 7 يقوم قمر اصطناعي (S') بالدوران حول الأرض بسرعة زاوية  $\omega$  بحيث يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي، يستعمل في التوقعات الجوية.  
 أ- أثبت العلاقة:  $\omega^2(r_T+z)^3=\text{cte}$  ; حيث  $z$  تمثل المسافة الفاصلة بين سطح الأرض و القمر الاصطناعي .  
 ب- أوجد قيمة  $z$ .

- 1 للأيونين  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  و  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  نفس الطاقة الحركية عند النقطة  $O_2$ ، أوجد تعبير النسبة  $\frac{V_1}{V_2}$  بدلالة  $m_1$  و  $m_2$ .
- 2 بعد خروج الأيونات من الثقب  $O_2$  تدخل حجرة الانحراف التي يوجد بها مجال مغناطيسي منتظم متجهته  $\vec{B}$  متعامدة مع مستوى الشكل.  
 أ- حدد الاتجاه و المنحى لقوة لورنتز  $\vec{F}$  المطبقة على الدقيقة  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  في النقطة  $O_2$ .  
 ب- حدد منحى المتجهة  $\vec{B}$  مستعملا الرمز  $\odot$  إذا كان نحو الأمام أو الرمز  $\otimes$  إذا كان نحو الخلف.  
 ج- علما أن حركة دقيقة شحنتها  $q$  و كتلتها  $m$  في مجال مغناطيسي منتظم متجهته  $\vec{B}$  هي حركة دائرية منتظمة، أوجد تعبير مسار الأيون  $^{68}\text{Zn}^{2+}$  بدلالة  $m_1$  و  $e$  و  $B$  و  $V_1$ .
- 3 مستعينا بنتائج السؤالين (1) و (ج) أوجد تعبير النسبة  $\frac{R_1}{R_2}$  بدلالة  $m_1$  و  $m_2$ .
- 4 احسب  $m_2$  ثم استنتج A.

أجب بصحيح أو خطأ.

1 يتعلق دور حركة كوكب حول الشمس بـ:	
أ	كتلة الكوكب
ب	كتلة الشمس
ج	المسافة الفاصلة بين الكوكب و الشمس
2 يكون لساتل ساكن بالنسبة للأرض:	
أ	دور مداري يساوي سنة
ب	دور مداري يساوي يوم فلكي
ج	مدار دائري ينتهي لمستوى خط الاستواء
3 يمكن زيادة سرعة حركة ساتل في حركة حول كوكب وذلك:	
أ	بإبقائه في نفس المدار الدائري
ب	بوضعه في مدار شعاعه أصغر
ج	بوضعه في مدار شعاعه أكبر
4 قيمة الثابتة $T^2/r^3 = \text{cte}$ هي نفسها بالنسبة:	
أ	لجميع كواكب المجموعة الشمسية
ب	لجميع أقمار كوكب معين
ج	لجميع أقمار و كواكب المجموعة الشمسية
5 المرجع الملائم لدراسة حركة الأرض حول الشمس هو:	
أ	المرجع المركزي الأرضي
ب	المرجع المركزي الشمسي (مرجع كوبرنيك)
ج	معلم فريني.



- 2 هل يمكن أن يوجد قمر اصطناعي ساكن بالنسبة للأرض فوق مدينة ترجيست ؟ علل جوابك.
- 3 مثل في تبيانة، و بدون سلم، القمر الاصطناعي في مداره الدائري و متجهة سرعته  $\vec{V}_S$  و قوة التجاذب الكوني  $\vec{F}_{T/S}$  التي تطبقها الأرض.
- 4 بين أن حركة القمر الاصطناعي دائرية منتظمة.
- 5 بين أن القانون الثالث لكيبلر يكتب على شكل  $\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = K$  مع تحديد تعبير الثابتة K بدلالة  $M_T$  و  $G$ .
- 6 تحقق أن  $h=3,578.10^4$  km.

◆ معطيات :

- ◆ كتلة الشمس:  $M_S=2.10^{30}$  kg
- ◆ شعاع المريخ:  $R_M=3400$  km
- ◆ ثابتة التجاذب الكوني:  $G=6,67.10^{-11}$  (SI)
- ◆ دور حركة المريخ حول الشمس:  $T_M=687$  jours
- ◆  $1j=86400$  s
- ◆ نعتبر أن للشمس و للمريخ تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة.

- 1 مثل على تبيانة القوة التي تطبقها الشمس (S) على المريخ (M).
- 2 اكتب بدلالة  $G$  و  $M_S$  و  $M_M$  و  $r$  تعبير الشدة  $F_{S/M}$  لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على المريخ.
- 3 أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن حركة المريخ حركة دائرية منتظمة.  
ب- بين أن:  $\frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$  : وأن  $r=2,3.10^{11}$  m  
ج- أوجد السرعة  $V$ .
- 4 نعتبر أن القمر فوبوس (أحد أقمار المريخ القمر الثاني يسمى ديموس) يوجد في حركة دائرية حول المريخ على المسافة  $z=6000$  km من سطحه. دور هذه الحركة هو  $T_p=460$  min (نهمل أبعاد القمر فوبوس أمام باقي الأبعاد).  
بدراسة حركة فوبوس في مرجع أصله منطبق مع مركز المريخ والذي نعتبره غاليليا، أوجد :  
أ- الكتلة  $M_M$  للمريخ.  
ب- شدة مجال الثقالة  $g_{0M}$  على سطح المريخ و قارنها بالقيمة  $g_{Mex}=3,8$  N.kg<sup>-1</sup> التي تم قياسها على سطحه باعتماد أجهزة متطورة.

- يظهر القمر الاصطناعي نايلسات «NILESAT» ساكنا بالنسبة للملاحظ يوجد على سطح الأرض، و هو يستعمل للاتصالات و البث الإذاعي و التلفزيوني.
- يرتفع القمر نايلسات عن سطح الأرض بالارتفاع  $h$  و يدور حول الأرض وفق مسار دائري.

◆ معطيات :

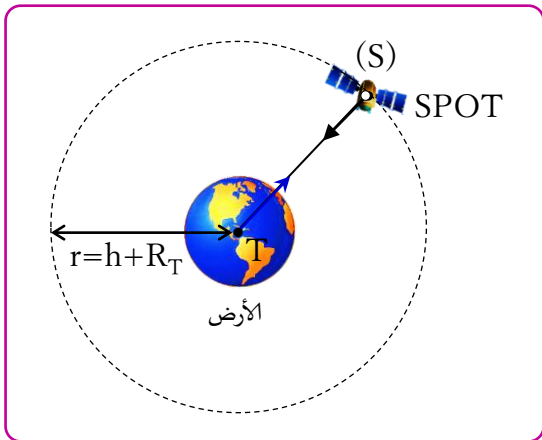
- ◆ ثابتة التجاذب الكوني:  $G=6,67.10^{-11}$  (SI)
- ◆ كتلة الأرض:  $M_T=5,974.10^{24}$  kg
- ◆ دور دوران الأرض حول محورها:  $T=86164$  s
- ◆ شعاع الأرض:  $R_T=6378$  km

- 1 ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي نايلسات ؟

- القمر الاصطناعي SPOT 5 هو آخر قمر من سلسلة الأقمار الاصطناعية SPOT ، و هي أقمار مسخرة لأغراض مدنية تهتم بملاحظة و دراسة سطح الأرض.
- ينجز القمر SPOT 5، 369 دورة كاملة حول الأرض خلال كل 26 يوما شمسيا متوسطا.
- يدور القمر SPOT حول الأرض وفق مدار دائري.

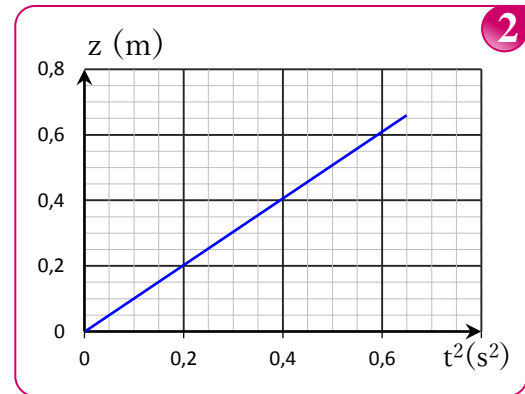
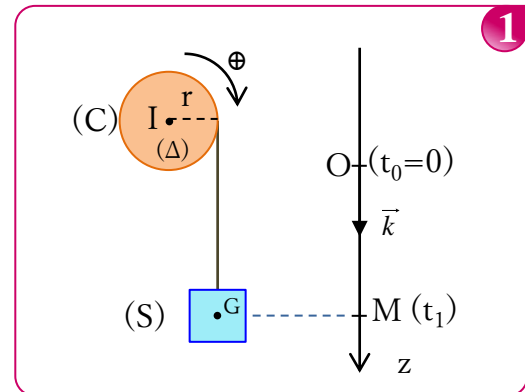
◆ معطيات :

- ◆ شعاع الأرض:  $R_T=6387$  km
- ◆ ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض:  $h=822$  km
- ◆ كتلة القمر الاصطناعي (S):  $m_S=3000$  kg
- ◆ ثابتة التجاذب الكوني:  $G=6,67.10^{-11}$  (SI)



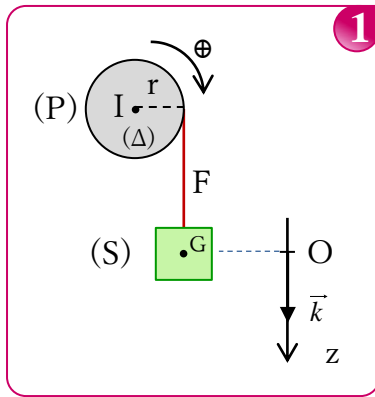
- 1 ذكر بالقانونين الأول و الثاني و لكيبلر.
- 2 ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي SPOT ؟
- 3 أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر الاصطناعي ثم مثلها على الشكل.
- 4 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن حركة القمر الاصطناعي SPOT دائرية منتظمة.
- 5 أوجد تعبري السرعة  $V$  و الدور المداري  $T$  لهذا القمر الاصطناعي بدلالة  $G$  و  $R_T$  و  $h$  و  $M_T$  كتلة الأرض.
- 6 بين أن علاقة القانون الثالث لكيبلر تكتب على الشكل التالي:  
$$\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_T}$$
- 7 احسب قيمة الدور المداري  $T$  ثم استنتج كتلة الأرض  $M_T$ .

نعتبر أسطوانة (C) متجانسة شعاعها  $r=5\text{cm}$  قابلة للدوران بدون احتكاك حول محور أفقي ( $\Delta$ ) ثابت يمر من مركزها I. ليكن  $J_{\Delta}$  عزم قصور الأسطوانة بالنسبة للمحور ( $\Delta$ ). نلف حول (C) خيطا غير ممدود و ذي كتلة مهملة. ونربط بطرفه الأسفل جسما صلبا (S) كتلته  $m_S=50\text{g}$ . الخيط لا يتزلق على الأسطوانة (الشكل 1).  
نحرر الأسطوانة بدون سرعة بدئية في اللحظة ذات التاريخ  $t_0=0$ .  
الدراسة التجريبية لحركة الجسم (S) مكنت من تخطيط منحنى تغير أنسوب G، مركز قصور (S)، بدلالة  $t^2$  (انظر الشكل 2 أسفله).  
نعطى: شدة الثقالة:  $g=9,8\text{ m.s}^{-2}$ .



- حدد طبيعة حركة (S).
- عين ممبانيا تسارعه a.
- يقطع (S) مسافة  $h=1\text{m}$  عند اللحظة  $t_1$ . احسب  $t_1$ .
- ما طبيعة حركة الأسطوانة ؟
- احسب عدد الدورات التي أنجزتها الأسطوانة خلال المدة الزمنية  $\Delta t=t_1-t_0$ .
- أحسب قيمة T شدة القوة التي يطبقها الخيط على الأسطوانة.
- احسب قيمة  $J_{\Delta}$  عزم قصور الأسطوانة بالنسبة للمحور ( $\Delta$ ).

نلف خيطا F غير ممدود وكتلته مهملة، حول مجرى بكرة (P) شعاعها r وعزم قصورها  $J_{\Delta}$  بالنسبة لمحور دوران أفقي ( $\Delta$ ) يمر من مركزها I. يحمل الطرف الآخر للخيط جسما صلبا (S) كتلته m. (انظر الشكل 1).



نعطى:

$$J_{\Delta}=10^{-4}\text{kg.m}^2$$

$$r=10\text{cm}$$

$$m=100\text{g}$$

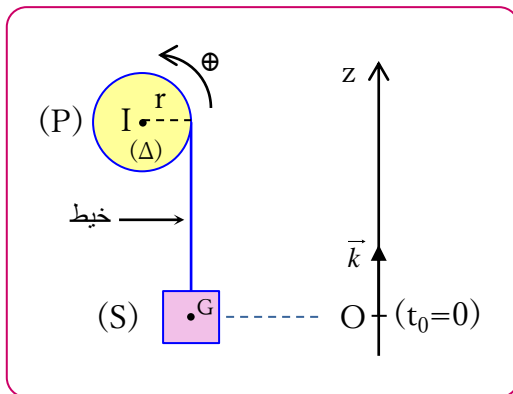
$$g=10\text{m.s}^{-2}$$

- نحرر المجموعة عند اللحظة  $t_0$  بدون سرعة بدئية، حيث  $\theta(t_0)=0$ . احسب المسافة d التي يقطعها (S) عندما تنجز البكرة 3 دورات.
- علما أن التسارع الزاوي للبكرة هو  $\ddot{\theta}=91\text{rad.s}^{-2}$ ؛  
أ- احسب مجموع عزوم القوى المسلطة على البكرة.  
ب- علما أن الاحتكاكات مهملة، احسب قيمة T توتر الخيط.  
ج- حدد المعادلة الزمنية لحركة البكرة  $\theta(t)$ .
- احسب المدة الزمنية  $\Delta t$  لتصل السرعة الزاوية للبكرة إلى القيمة  $\omega=105\text{rad.s}^{-1}$ ، علما أن سرعتها البدئية عند  $t=0$  منعدمة.

ننمذج رافعة ببكرة (P) شعاعها  $r=20\text{cm}$  قابلة للدوران حول محور أفقي ( $\Delta$ ) ثابت منطبق مع محور تماثلها، و جسم صلب (S) كتلته  $m=50\text{kg}$  مرتبط بالبكرة (P) بواسطة خيط غير ممدود و كتلته مهملة يمر في مجرى البكرة ولا يتزلق عليها أثناء الحركة.  
يرمز  $J_{\Delta}$  لعزم قصور البكرة (P) بالنسبة لمحور الدوران ( $\Delta$ ).  
تدور البكرة (P) تحت تأثير محرك يطبق عليها مزدوجة محركة عزمها ثابت  $\mathcal{M}=104,2\text{m.N}$ ، فينتقل الجسم (S) بدون سرعة بدئية نحو الأعلى.

نمعلم حركة مركز القصور G للجسم (S) عند لحظة t بالأنسوب z في المعلم (O, z) الذي نعتبر غاليليا (انظر الشكل أسفله).  
يكون G منطبق مع أصل المعلم O عند اللحظة  $t_0=0$ .

نعطى: شدة الثقالة:  $g=9,8\text{ m.s}^{-2}$ .



1 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن والعلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على المجموعة { البكرة (P) - خيط - الجسم (S) } ، بين أن التسارع  $a_G$  لحركة G هو:

$$a_G = \frac{M.r - m.g.r^2}{m.r^2 + J_\Delta}$$

2 مكنت الدراسة التجريبية لحركة G من الحصول على المعادلة الزمنية  $z=0,2t^2$  ، حيث z بالمتر و t بالثانية . حدد عزم القصور  $J_\Delta$  .

### تمرين رقم 32° | 30 min | Appli

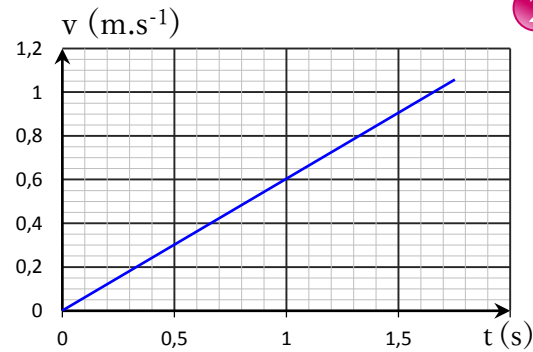
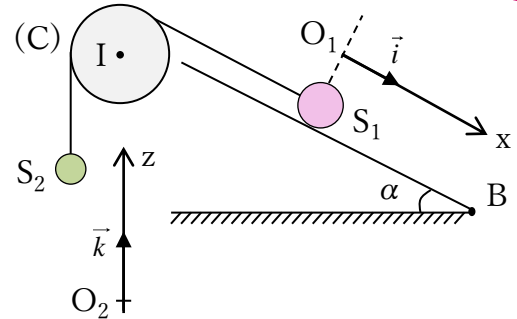
يتكون تركيب الشكل 1 من :

- جسم صلب  $S_1$  نقطي كتلته  $m_1$  .
- جسم صلب  $S_2$  نقطي كتلته  $m_2$  .
- أسطوانة (C) قابلة للدوران بدون احتكاك حول محور أفقي ( $\Delta$ ) يمر بمركزها I ، للأسطوانة كتلة M وشعاع r وعزم قصور  $J_\Delta$  بالنسبة للمحور ( $\Delta$ ) .
- خيط f غير ممدود ، وكتلته مهملة ، لا ينزلق على مجرى البكرة .

◆ نعطي:

◆  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$  ،  $\alpha=30^\circ$  ،  $r=5 \text{ cm}$  .

◆  $m_2=100 \text{ g}$  و  $m_1=400 \text{ g}$  .



عند أصل التواريخ ( $t=0$ ) يوجد  $S_1$  عند أصل المحور ( $O_1$  , x) و يوجد  $S_2$  عند أصل المحور ( $O_2$  , z) .  
نحذر المجموعة بدون سرعة بدئية عند  $t=0$  ونهمل جميع الاحتكاكات .  
يمثل الشكل 2 مخطط السرعات لحركة  $S_1$  .

1 حدد طبيعة حركة الجسم  $S_1$  .

2 اكتب المعادلة الزمنية  $x(t)$  لحركة  $S_1$  .

3 بين أن عدد الدورات n المنجزة من طرف البكرة عند اللحظة t هو

$$n = \frac{\ddot{\theta}.t^2}{4\pi}$$

4 -أ- احسب ، عند اللحظة  $t_1=1 \text{ s}$  ، توتر الخيط المطبق على  $S_1$  .

-ب- أوجد n عدد دورات الأسطوانة عند اللحظة  $t_1$  .

-ج- احسب تسارع نقطة M من محيط الأسطوانة عند  $t_1$  .

5 علما أن  $J_\Delta = \frac{1}{2} M . r^2$  ؛ احسب قيمة  $J_\Delta$  .

6 استنتج قيمة M .

### تمرين رقم 33° | 20 min | Appli

ندبر اسطوانة C كتلتها  $m=1 \text{ kg}$  ، وشعاعها  $r=5 \text{ cm}$  حول محور ثابت ( $\Delta$ ) يمر بمركز ثقلها G إلى أن تصل سرعتها الزاوية  $\omega_0=5 \text{ rad/s}$  ، ونتركها .

علما أن الأسطوانة تتوقف عن الدوران بعد مدة زمنية  $\Delta t=10 \text{ s}$  ، من لحظة وصول سرعتها الزاوية إلى القيمة  $\omega_0$  بسبب تأثير مزدوجة احتكاك عزمها ثابت  $M$  .

أحسب قيم:

1 التسارع الزاوي للبكرة  $\ddot{\theta}$  .

2 عزم مزدوجة الاحتكاك  $M$  .

3 عدد الدورات بين لحظة ترك الأسطوانة ولحظة توقفها .

◆ نعطي:  $J_\Delta = \frac{1}{2} M . r^2$  .

### تمرين رقم 34° | 20 min | Appli

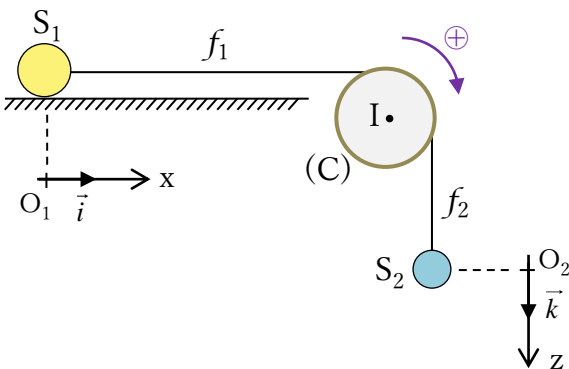
تتكون المجموعة الميكانيكية الممثلة في الشكل أسفله من :

• بكرة C ذات مجرى شعاعها r ، يمكنها الدوران بدون احتكاك حول محور ثابت أفقي ( $\Delta$ ) ماربمركزها ، وعزم قصورها  $J_\Delta$  .

• جسم  $S_1$  يتحرك بدون احتكاك على مستوى أفقي وفق المحور ( $Ox$ ) .

• جسم  $S_2$  يتحرك شاقوليا على الاتجاه ( $Oz$ ) .

•  $f_1$  و  $f_2$  خيطان غير ممدودان ، ولا ينزلقان على مجرى البكرة و كتلتاهما مهملتان .



## ◆ نعطى:

$$g=10 \text{ m.s}^{-2} \quad , \quad r=5 \text{ cm} \quad \diamond$$

$$J_{\Delta}=5.10^{-4} \text{ kg.m}^2 \quad , \quad m_1=m_2=m=100 \text{ g} \quad \diamond$$

نحرم المجموعة بدون سرعة بدئية عند أصل التواريخ  $t=0$  حيث  $S_1$  يوجد عند  $x=0$  و  $S_2$  عند  $z=0$ .  
نهمل الاحتكاكات.

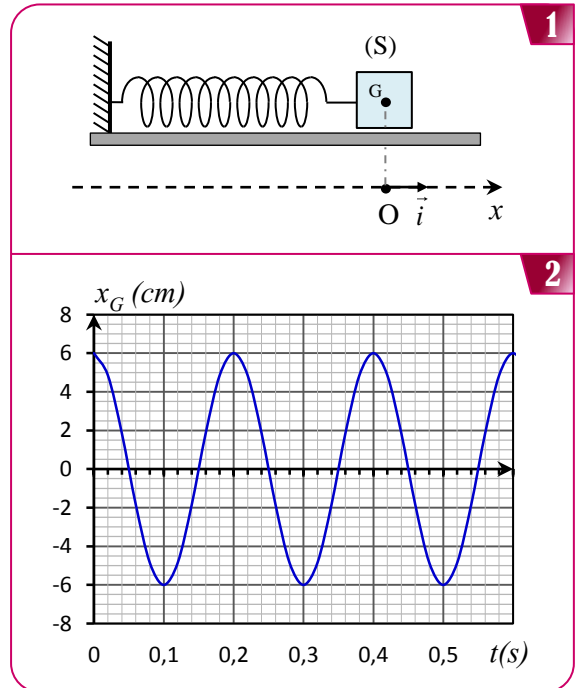
## المطلوب:

- أعط تعبير التسارع المشترك  $a$  للجسمين  $S_1$  و  $S_2$  بدلالة  $g$  و  $m$  و  $J_{\Delta}$  و  $r$  واحسب قيمته.

## تمرين رقم 35° | 30 min | Appli

نعتبر متذبذبا ميكانيكيا أفقيا مكونا من جسم صلب  $(S)$  كتلته  $m=0,02 \text{ kg}$  ومركز قصوره  $G$  مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته  $K$ .

ينزلق الجسم  $(S)$  بدون احتكاك فوق المستوى الأفقي.  
عند التوازن يكون النابض غير مشوه ومركز قصوره  $G$  حيث  $x_{G0}=0$ .  
نزيح الجسم  $(S)$  عن موضع توازنه في المنحنى الموجب بالمسافة  $X_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t_0=0$ . (الشكل 1).  
نحصل بواسطة عدة معلوماتية مناسبة على مخطط المسافات: الشكل 2.



1 بتطبيق القانون الثاني لنيتين، بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأقصول  $x_G$  تكتب على شكل  $\ddot{x} + \alpha \cdot x = 0$  مع تحديد تعبير الثابتة  $\alpha$  بدلالة  $K$  و  $m$ .

2 حل المعادلة التفاضلية السابقة هو  $x_G = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$

أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  بدلالة  $m$  و  $K$  وبين أن له بعد زمني.

3 حدد مبيانيا قيم كل من:  $X_m$  و  $T_0$  و  $\varphi$ .

4 تحقق أن  $K=20 \text{ N.m}^{-1}$  (نأخذ  $\pi^2=10$ ).

5 اكتب تعبير المعادلة الزمنية  $x(t)$  للحركة.

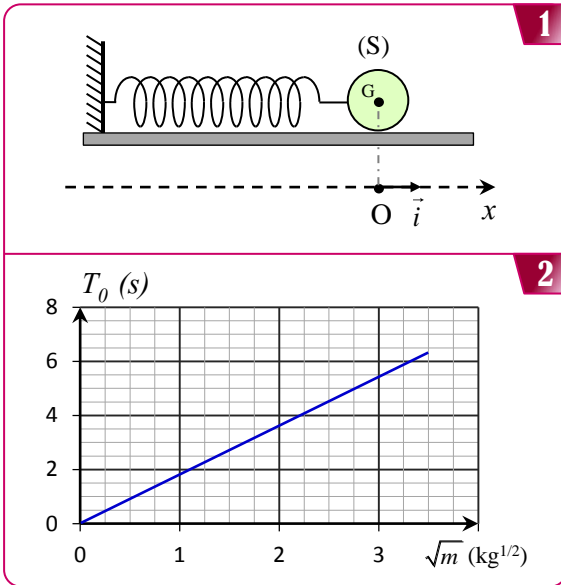
6 استنتج قيمة  $\dot{x}_G$  عند مرور الجسم لأول مرة من موضع توازنه.

7 احسب قيمة  $\ddot{x}_G$  تسارع الجسم  $(S)$  عند اللحظة  $t=0,1 \text{ s}$ .

## تمرين رقم 36° | 30 min | Type BAC

تتكون المجموعة المتذبذبة الممثلة في الشكل 1 من جسم صلب  $(S)$  كتلته  $m$  مثبت بطرف نابض أفقي لفاته غير متصلة، كتلته مهملة وصلابته  $K$ .

الجسم  $(S)$  قابل للانزلاق بدون احتكاك على نضد هوائي أفقي.  
نزيح الجسم  $(S)$  أفقيا عن موضع توازنه المستقر بالمسافة  $X_m$  في المنحنى الموجب للمعلم  $(O, \vec{i})$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ . عند التوازن  $x_G=0$ .



1 بتطبيق القانون الثاني لنيتين، أثبت المعادلة التفاضلية للحركة.

2 يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل:  $x_G = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$  أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب.

3 لدراسة تأثير الكتلة على قيمة الدور الخاص للمتذبذب، قام التلاميذ بقياس  $T_0$  بالنسبة لأجسام ذات كتل  $m$  مختلفة. مكنت النتائج التجريبية المحصلة من تمثيل تغيرات  $T_0$  بدلالة  $\sqrt{m}$  (الشكل 2).  
حدد قيمة الصلابة  $K$ .

## تمرين رقم 37° | 20 min | Type BAC

يتكون متذبذب ميكانيكي من نابض لفاته غير متصلة وصلابته  $K=20 \text{ N.m}^{-1}$  وجسم صلب كتلته  $m=200 \text{ g}$ .

نهمل جميع الاحتكاكات الناتجة عن الهواء ونأخذ  $g=9,8 \text{ N.kg}^{-1}$ .  
نمعلم الموضع اللحظي لمركز القصور  $G$  بالأنسوب  $Z$  على المحور الرأسي  $(O, \vec{k})$  الموجه نحو الأسفل.

أصل المحور الرأسي منطبق مع  $G_0$  موضع  $G$  عند التوازن.

نزيح الجسم  $(S)$  عن موضع توازنه رأسيا ثم نرسله عند اللحظة  $t=0$  بسرعة بدئية  $\vec{V}_0 = V_{0z} \cdot \vec{k}$ .

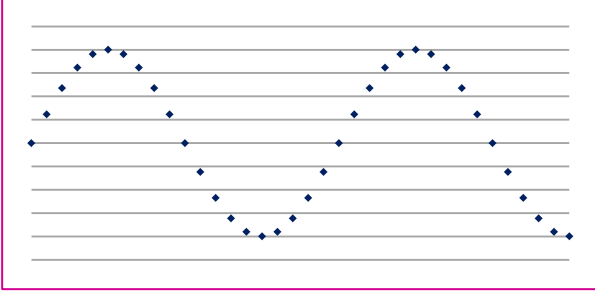
يمثل منحنى الشكل 2 تطور الأنسوب  $Z$  لمركز القصور  $G$  بدلالة الزمن.

1 حدد، عند التوازن، تعبير الإطالة  $\Delta l_0$  للناض بدلالة  $m$  و  $K$  و  $\alpha$  و  $g$  شدة الثقالة .

2 نزع الجسم (S) عن موضع توازنه بمسافة  $x_0 = 5 \text{ cm}$  ثم نحرره، عند لحظة  $t=0$ ، بسرعة بدئية  $V_0$  حيث  $\vec{V}_0 = -V_0 \cdot \vec{i}$ .

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية للحركة.  
ب- استنتج طبيعة حركة الجسم (S).

3 تمثل الوثيقة أسفله تسجيل جزء من حركة الجسم (S). المدة الزمنية الفاصلة بين تسجيل نقطتين متتاليتين هي  $\tau = 40 \text{ ms}$ .



أ- حدد الدور الخاص  $T_0$  واستنتج صلابة النابض  $K$ .  
ب- أوجد المعادلة الزمنية لحركة المجموعة.

### تمرين رقم 39° | 30 min | Type BAC

ننجز نواسا بسيطا بواسطة خيط طوله  $L = 24,9 \text{ m}$  و كتلته مهملة، نثبت أحد طرفي الخيط بحامل ثابت و الطرف الآخر نثبت به جسم كروي كتلته  $m = 200 \text{ g}$ . (الشكل 1).

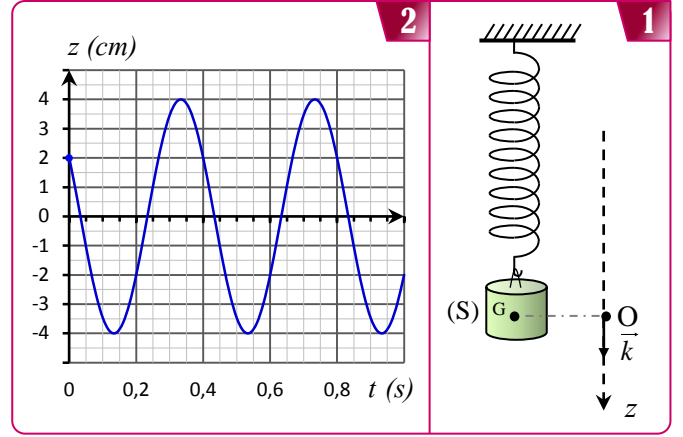
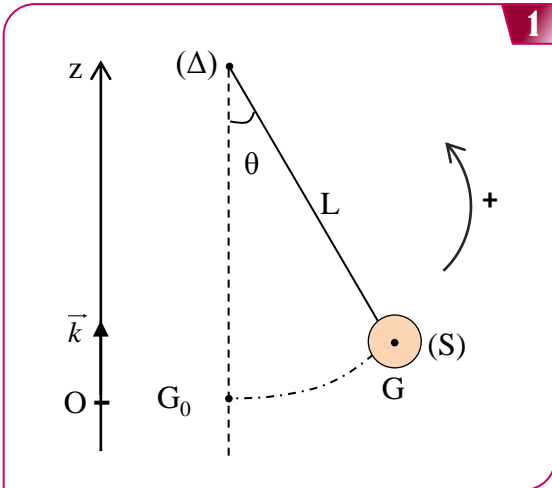
عزم قصور النواس بالنسبة للمحور  $(\Delta)$  هو  $J_{\Delta} = mL^2$ .

نزع النواس عن موضع توازنه المستقر في المنحنى الموجب بزاوية  $\theta_m = 0,2 \text{ rad}$ ، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ .

- ندرس حركة النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض.
- نأخذ بالنسبة للزوايا الصغيرة:  $\sin \theta \approx \theta$ ،  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ .
- يمثل المنحنى الشكل 2 تغيرات الأفصول الزاوي  $\theta$  بدلالة الزمن.

○ نعطي:

- الاحتكاكات مهملة.



1 حدد، عند التوازن، تعبير الإطالة  $\Delta l_0$  للناض بدلالة  $m$  و  $K$  و  $g$ .  
2 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسب  $z$  لمركز القصور  $G$ .  
3 يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل التالي:  
$$z = z_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

حدد قيمة كل من  $T_0$  و  $z_m$  و  $\varphi$ .

4 أوجد صلابة النابض  $K$  (نأخذ  $\pi^2 = 10$ ).

5 اكتب المعادلة الزمنية  $z(t)$  للحركة.

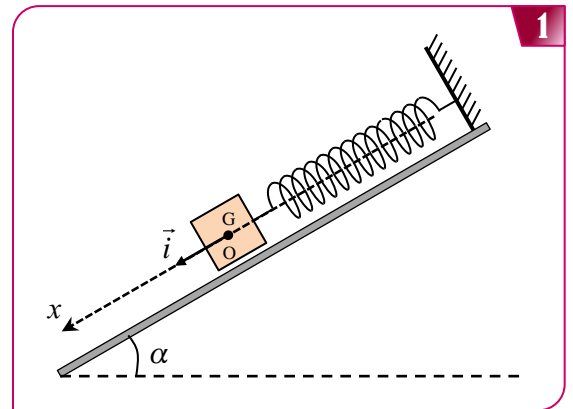
6 حدد قيمة السرعة البدئية  $V_{0z}$ .

### تمرين رقم 38° | 25 min | Type BAC

النواس المرن مجموعة ميكانيكية تنجز حركة تذبذبية حول موضع توازنها المستقر.

يتكون نواس مرن من جسم صلب (S)، مركز قصوره  $G$  و كتلته  $m = 100 \text{ g}$ ، مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملة و صلابته  $K$ . الطرف الآخر للناض مثبت بحامل ثابت.

يمكن للجسم (S) أن يزلق بدون احتكاك على الخط الأكبر ميلا لمستوى مائل بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي (الشكل 1).



ندرس حركة مركز القصور  $G$  في المعلم  $R(O, \vec{i})$  المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

نمعلم موضع  $G$  عند لحظة  $t$  بالأفصول  $x$  على المحور  $(O, \vec{i})$ .

عند التوازن ينطبق موضع  $G$  مع الأصل  $O$  للمعلم.

نأخذ  $\pi^2 = 10$ .



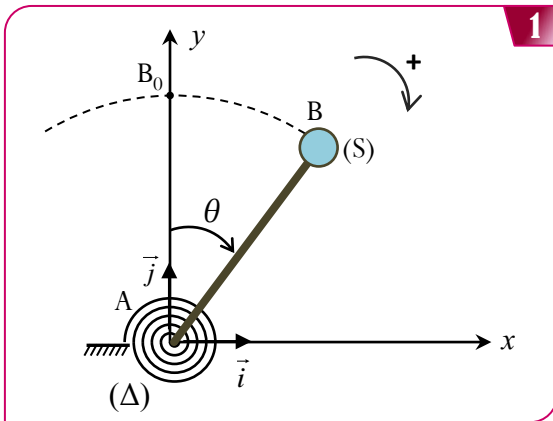
نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية صغيرة  $\theta_m$  في المنحى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.

- 1 بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران، أثبت المعادلة التفاضلية لحركة النواس.
- 2 حدد طبيعة حركة النواس والوازن و اكتب تعبير المعادلة الزمنية  $\theta(t)$  بدلالة  $t$  و  $\theta_m$  و الدور الخاص  $T_0$ .
- 3 بين أن تعبير الدور الخاص  $T_0$  لهذا النواس هو:  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$
- 4 احسب الطول  $L$  للنواس البسيط المتواقت للنواس والوازن المدروس.

## تمرين رقم 41° | 25 min | Type BAC

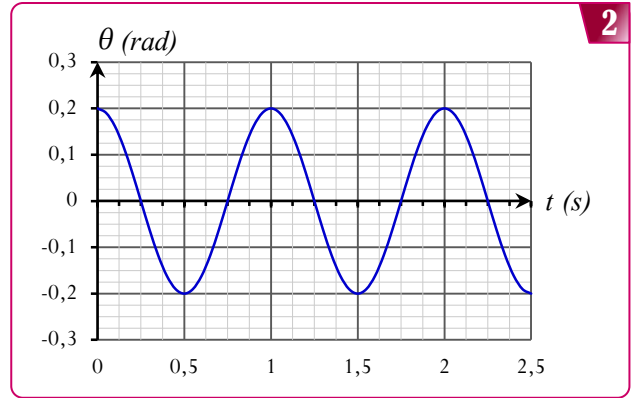
يتميز جهاز قياس الثقالة «الغرافيمتر» (gravimètre) بمستوى عال من الدقة لقياس شدة الثقالة في مكان معين. يستعمل الغرافيمتر في مجالات علمية مختلفة كالجيولوجيا وعلم المحيطات وعلم الزلازل وعلم الفضاء ومجال التنقيب عن المعادن والبتترول... إلخ نمذج أحد أنواع أجهزة قياس شدة الثقالة بمجموعة ميكانيكية متذبذبة مكونة من :

- ساق AB كتلتها مهملة وطولها  $L$ ، يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي  $(\Delta)$  ثابت يمر من الطرف A :
  - جسم صلب (S) كتلته  $m$  وأبعاده مهملة أمام طول الساق، مثبت بالطرف B للساق :
  - نابض حلزوني ثابتة ليه C يطبق على الساق AB مزدوجة ارتداد تعبيرها  $\theta$  :  $M_C = -C \cdot \theta$  (الشكل 1).
- ندرس حركة المجموعة الميكانيكية في معلم متعامد ومنظم  $(A, \vec{i}, \vec{j})$  مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا. ونهمل الاحتكاكات.



### معطيات :

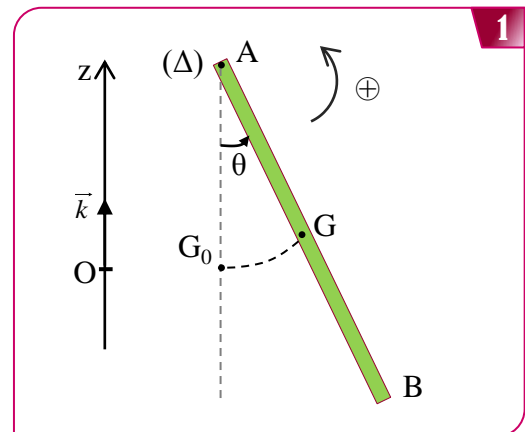
- كتلة الجسم (S) :  $m = 5.10^{-2} \text{ kg}$  :
  - طول الساق :  $L = 0,7 \text{ m}$  :
  - عزم قصور المجموعة بالنسبة للمحور  $(\Delta)$  :  $J_\Delta = m \cdot L^2$  :
  - ثابتة اللي للنابض الحلزوني :  $C = 1,31 \text{ N.m.rad}^{-1}$  :
  - بالنسبة للزوايا الصغيرة :  $\sin \theta \approx \theta \text{ (rad)}$  .
- نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه الرأسي بزاوية  $\theta_{\max}$  في المنحى الموجب ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$  .  
نمعلم موضع المجموعة في كل لحظة  $t$  بأفصولها الزاوي  $\theta$  .



- 1 ما طبيعة نظام الذبذبات الذي يبرزه منحنى الشكل 2 ؟
- 2 بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي  $\theta$  .
- 3 أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  للمذبذب بدلالة  $g$  و  $L$  ليكون التعبير  $\theta = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$  حلا للمعادلة التفاضلية.
- 4 باعتماد معادلات الأبعاد، تحقق أن للدور الخاص  $T_0$  بعد الزمن.
- 5 احسب قيمة  $g$  شدة مجال الثقالة في مكان التجربة.
- 6 اكتب المعادلة الزمنية  $\theta(t)$  للحركة.
- 7 احسب سرعة الجسم (S) عند مروره من موضع توازنه لأول مرة.
- 8 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن تعبير توتر الخيط يكتب على الشكل التالي:  $T = m(L \cdot \ddot{\theta}^2 + g \cdot \cos \theta)$  .  
احسب  $T$  عند مرور الجسم من موضع توازنه.

## تمرين رقم 40° | 20 min | Type BAC

يتكون نواس وازن من عارضة متجانسة AB، كتلتها  $m = 0,203 \text{ kg}$  وطولها  $AB = \ell = 1,5 \text{ m}$ ، يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي  $(\Delta)$  ثابت يمر من طرفها A (الشكل 1).



- ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
- نمعلم، في كل لحظة، موضع النواس بالأفصول الزاوي  $\theta$  .
- عزم قصور العارضة بالنسبة للمحور  $(\Delta)$  هو :
- نقبل في حالة الزوايا الصغيرة أن:  $\sin \theta \approx \theta \text{ (rad)}$  .
- نرمز لشدة الثقالة بالحرف  $g$ .

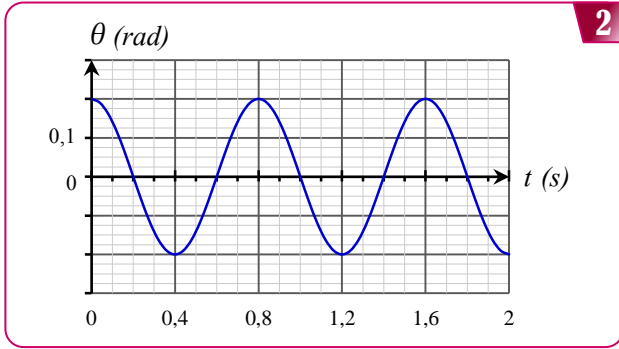
1 بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة المجموعة المدروسة، في حالة الذبذبات الصغيرة، تكتب على الشكل:

$$\ddot{\theta} + \frac{C}{J_{\Delta}} \theta = 0$$

2 حل المعادلة التفاضلية السابقة هو:  $\theta = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

أوجد تعبير الدور الخاص  $T_0$  لهذا النواس بدلالة  $C$  و  $J_{\Delta}$ .

4 يمثل الشكل 2 تغير الأفضول الزاوي  $\theta(t)$  بدلالة الزمن.



أ- حدد قيمة كل من الدور الخاص  $T_0$  والوسع  $\theta_{\max}$  والطور  $\varphi$  عند أصل التواريخ.

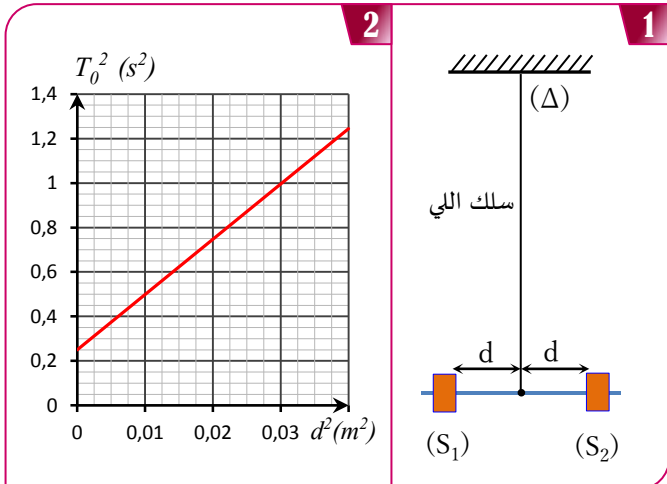
ب- اكتب المعادلة الزمنية للحركة.

ج- احسب قيمة  $C$  ثابتة لي السك.

د- احسب  $\dot{\theta}$  السرعة الزاوية للعارضة عند اللحظة  $t = \frac{T_0}{4}$ .

### تمرين رقم 43° | 20 min | Type BAC

يمثل الشكل 1 نواس لي مكونا من سلك ثابتة ليه  $C$ ، وعارضة  $AB$  متينة ومتجانسة عزم قصورها بالنسبة لمحور الدوران  $(\Delta)$  هو  $J_{\Delta}$ . نثبت على العارضة  $AB$  وعلى نفس المسافة  $d$  من  $(\Delta)$  جسمين  $(S_1)$  و  $(S_2)$  نعتبرهما نقطتين، ولهما نفس الكتلة  $m=0,1 \text{ kg}$ . نذكر أن عزم قصور المجموعة  $\{S_1, S_2, AB\}$  بالنسبة للمحور  $(\Delta)$  هو  $J'_{\Delta} = J_{\Delta} + 2md^2$ . ندير أفقيا  $AB$  حول  $(\Delta)$  بالزاوية  $\theta_m = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$ ، ونحررها بدون سرعة بدئية. نعتبر أن الاحتكاكات مهملة.



1 بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة المجموعة المدروسة، في حالة الذبذبات الصغيرة، تكتب على الشكل:

$$\ddot{\theta} + \left( \frac{C}{m.L^2} - \frac{g}{L} \right) \theta = 0$$

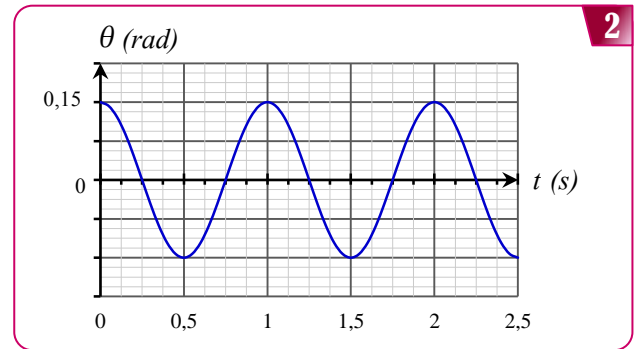
2 باستعمال معادلة الأبعاد، حدد بعد التعبير:  $\left( \frac{C}{m.L^2} - \frac{g}{L} \right)$

3 لكي يكون حل المعادلة التفاضلية السابقة على شكل:

$$\theta = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$

قيمة دنيا  $C_{\min}$ . أوجد تعبير  $C_{\min}$  بدلالة  $L$  و  $g$  و  $m$ .

4 يمثل منحنى الشكل 2 تطور الأفضول الزاوي  $\theta(t)$  في حالة  $C > C_{\min}$ .

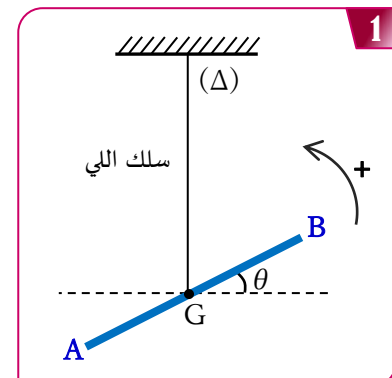


أ- حدد قيمة كل من الدور  $T$  والوسع  $\theta_{\max}$  والطور  $\varphi$  عند أصل التواريخ.

ب- أوجد تعبير شدة الثقالة  $g$  بدلالة  $L$  و  $m$  و  $C$  و  $T$  ثم احسب قيمتها. (نأخذ  $\pi = 3,14$ )

### تمرين رقم 42° | 30 min | Type BAC

نعتبر نواس لي مكون من سلك فولاذي رأسي ثابتة ليه  $C$  وعارضة  $AB$  متجانسة معلقة بالطرف الحر للسلك من مركز قصورها  $G$ . (الشكل 1). نرسم  $J_{\Delta}$  لعزم قصور العارضة بالنسبة لمحور الدوران  $(\Delta)$  المنطبق مع سلك اللي. ندير العارضة حول المحور  $(\Delta)$  في المنحى الموجب بزاوية  $\theta_m = 0,2 \text{ rad}$  عن موضع توازنها، ثم نحريها بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ . ندرس حركة النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض. نعطي:  $J_{\Delta} = 3,10^{-3} \text{ kg.m}^2$  ونهمل الاحتكاكات.



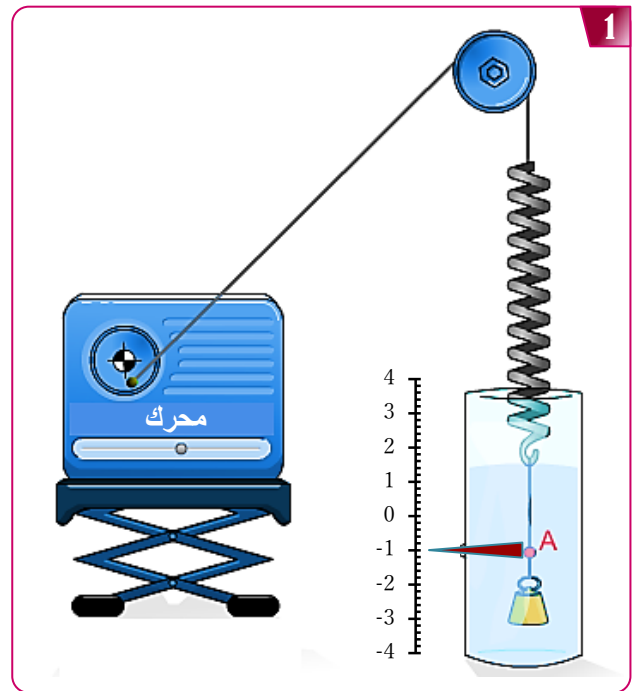
- 1 بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، أوجد المعادلة التفاضلية لحركة المجموعة.
- 2 بين أن تعبير مربع الدور الخاص للمتذبذب يكتب على شكل:

$$T_0^2 = \frac{4\pi^2 J_\Delta}{C} + \frac{8\pi^2 m}{C} d^2$$

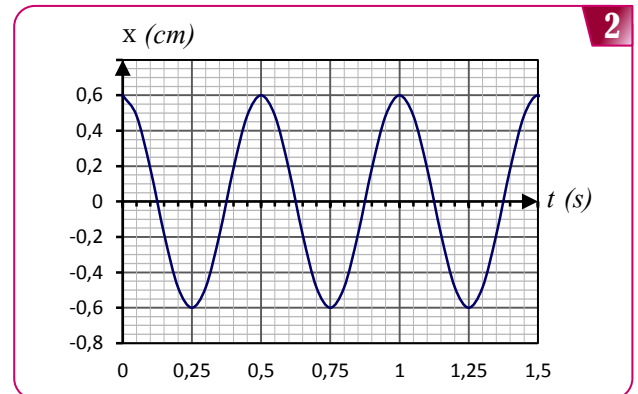
- 3 باعتماد منحنى الشكل 2، اكتب معادلة الدالة  $T_0^2 = f(d^2)$ .
- 4 استنتج قيمة كل من  $J_\Delta$  و  $C$ .

### تمرين رقم 44° | 20min | Type BAC

لدراسة التذبذبات القسرية لمجموعة {جسم صلب - نابض} نستعمل التركيب أسفله. حيث كتلة الجسم الصلب  $m=100g$  و صلابة النابض  $K=40N.m^{-1}$ .

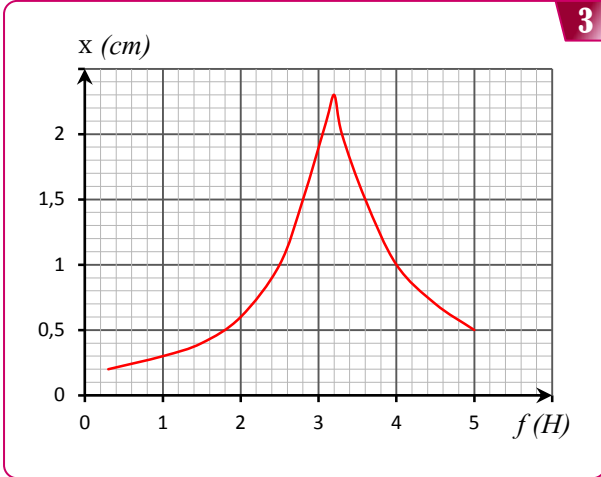


نربط الطرف الأعلى للنابض بواسطة خيط يمر بمجرى بكرة في نقطة من قرص المحرك، عندما يدور قرص المحرك يحدث حركة تذبذبية رأسية في المجموعة {جسم صلب - نابض} بدور يساوي دور دوران قرص المحرك. يمكن نظام مسك معلوماتي من معالجة المعطيات، ومن تمثيل المنحنى الممثل لتغيرات الأفصول  $x$  لمركز قصور الجسم الصلب بدلالة الزمن، (الأفصول  $x=0$  يوافق موضع التوازن للجسم الصلب).



- 1 أ- حدد دور و تردد تذبذبات المجموعة {جسم صلب - نابض}.
- ب- قس وسع تذبذبات الجسم الصلب.
- ج- ما هو تردد دوران قرص المحرك؟
- د- ماذا نسعي المجموعة {جسم صلب - نابض}؟ و ماذا نسعي المحرك؟

- 2 نغير تردد قرص المحرك، و نسجل بالطريقة السابقة تذبذبات المجموعة {جسم صلب - نابض}.
- نحدد الوسع  $X_m$  للتذبذبات بالنسبة لكل منحنى حسب قيمة التردد  $f$  يمثل منحنى الشكل 3 النتائج المحصل عليها.



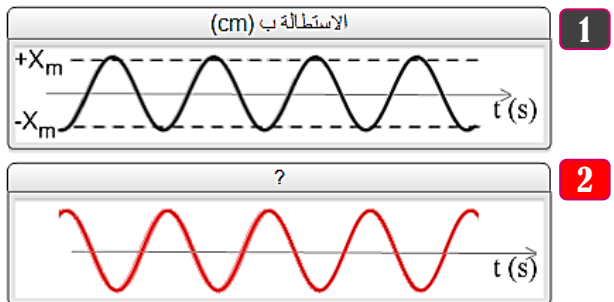
- أ- حدد التردد  $f$  و الدور  $T$  التذبذبات عند الرنين.
- ب- قارن هذا الدور مع الدور الخاص  $T_0$  لحركة النواس المستعمل. ماذا تستنتج؟

### تمرين رقم 45° | 20min | Type BAC

المعادلة الزمنية لمتذبذب ميكانيكي مستقيمي و جيبي هي:

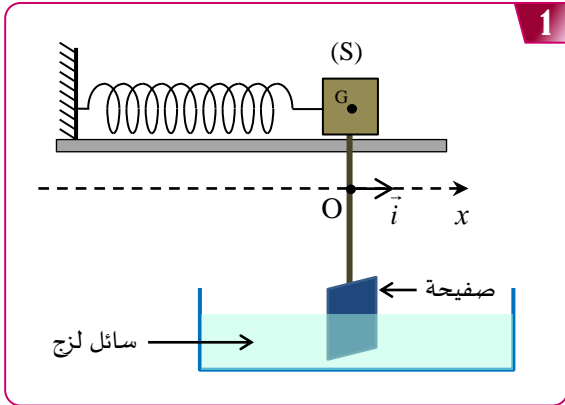
$$x = 2.10^{-2} \cos\left(2\pi \cdot t + \frac{\pi}{4}\right)$$

- 1 عين دور و تردد و وسع التذبذبات.
- 2 عبر عن سرعة و تسارع المتذبذب في كل لحظة.
- 3 احسب وسع كل من السرعة و التسارع.
- 4 احسب السرعة، و الاستطالة عند اللحظتين  $t_1=0$  و  $t_2=4s$ .
- 5 يميز المنحنيان تذبذبات نواس مرن أفقي.

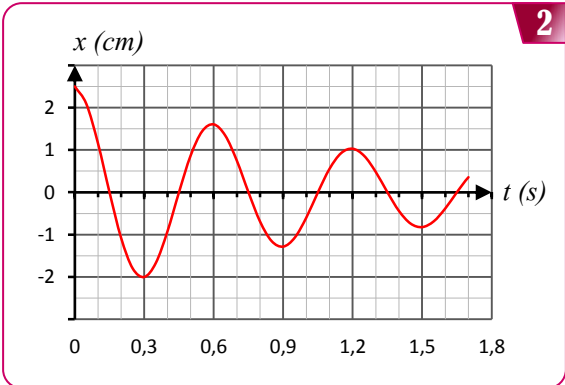


ماذا يمثل المنحنى 2؟ (تسارع النواس أم سرعة النواس).

بواسطة ساق، نثبت صفيحة بالجسم (S) ثم نغمر جزئا منها في سائل لزج كما يبين الشكل 1.



- نهمل كتلة الساق و الصفيحة أمام كتلة الجسم (S).
- نمعلم موضع G عند اللحظة t بالأفصول x على المحور (Ox).
- عند التوازن، ينطبق أصل المعلم O مع مركز القصور G.
- نختار المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية، و الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة.
- يكون النابض غير مشوه عند التوازن.
- ننزع الجسم (S) عن موضع توازنه بمسافة d ثم نحرره بدون سرعة بدئية.
- مكن جهاز مسك معلوماتي مناسب من خط منحني تغيرات مركز القصور G بدلالة الزمن (الشكل 2).



- 1 أي نظام للتذبذب يبرزه المنحنى الممثل في الشكل 2 ؟
- 2 حدد قيمة المسافة d.
- 3 بحساب تغير طاقة الوضع المرنة للتذبذب بين اللحظتين  $t_0=0$  و  $t_1=1,2s$ ، أوجد الشغل  $W(\vec{T})$  لقوة الارتداد التي يطبقها النابض بين هاتين اللحظتين.
- 4 حدد تغير الطاقة الميكانيكية  $\Delta E_m$  للمجموعة بين اللحظتين  $t_0$  و  $t_1$  واعط تفسيراً للنتيجة المحصل عليها.
- 5 يعبر عن شبه الدور T في حالة الخمود الضعيف بالعلاقة التالية:

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \left( \frac{\mu T_0}{4\pi m} \right)^2}}$$

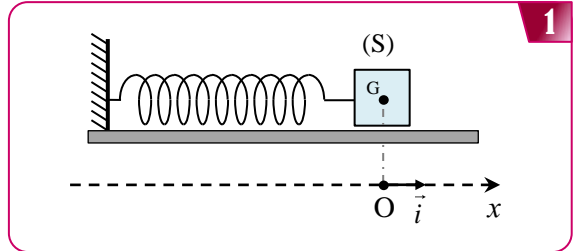
حيث  $T_0$  الدور الخاص للتذبذب و  $\mu$  معامل الخمود.  
حدد اعتمادا على منحنى الشكل 2 قيمة معامل الخمود  $\mu$ .

نعتبر متذبذبا ميكانيكا أفقيا يتكون من جسم صلب (S) كتلته m و مركز قصوره G مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملة و صلابته  $K=10 \text{ N.m}^{-1}$ . الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت. ينزلق الجسم (S) بدون احتكاك فوق المستوى الأفقي.

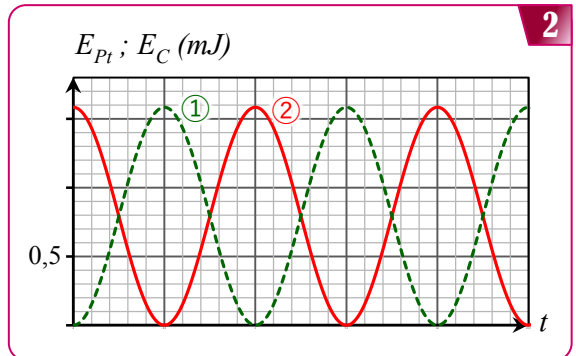
○ ندرس حركة المتذبذب في معلم غاليلي  $(O, \vec{i})$  مرتبط بالأرض و اصله منطبق مع موضع G عند توازن (S).

○ نمعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x (الشكل 1).

○ ننزع الجسم (S) أفقيا عن موضع توازنه في المنحنى الموجب بمسافة  $X_0$  و نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.



- نختار المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية، و الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة.
- نحصل بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على المنحنيين الممثلين لتغيرات كل من الطاقة الحركية  $E_C$  و طاقة الوضع المرنة  $E_{pe}$  للمجموعة المتذبذبة بدلالة الزمن (الشكل 2).



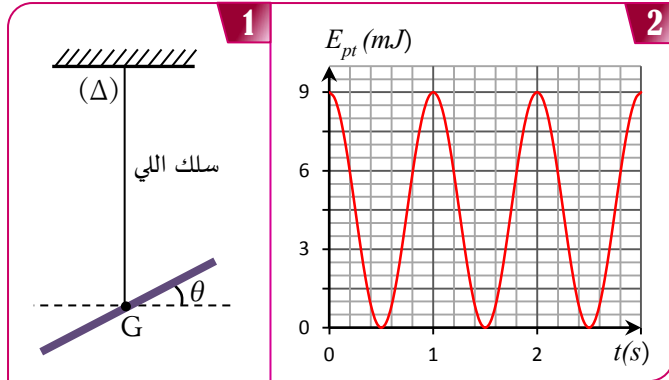
- 1 عين، من بين المنحنيين ① و ②، المنحنى الذي يمثل تغيرات الطاقة الحركية  $E_C$ . علل الجواب.
- 2 حدد قيمة الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمجموعة المتذبذبة.
- 3 استنتج قيمة المسافة  $X_0$ .
- 4 باعتماد تغير طاقة الوضع المرنة للمجموعة المتذبذبة، أوجد الشغل  $W_{A \rightarrow O}(\vec{T})$  لقوة الارتداد  $\vec{T}$  المطبقة من طرف النابض على (S) عند انتقال G من الموضع A أفصوله  $x_A=X_0$  إلى الموضع O.

دراسة مجموعة ميكانيكية متذبذبة (جسم صلب - نابض) في وضعية تكون فيها الاحتكاكات المائعة غير مهمة.

نعتبر جسما صلبا (S) كتلته  $m=150g$  و مركز قصوره G مثبتا بطرف نابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملة و صلابته  $K=20N.m^{-1}$ . الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.

نعتبر نواس لي مكون من سلك فولاذي راسي ثابتة ليه C وعارضة متجانسة معلقة بالطرف الحر للسلك في مركز قصورها G. (الشكل 1) ندير العارضة حول المحور ( $\Delta$ ) في المنحى الموجب بزاوية  $\theta_m$  عن موضع توازنها، ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، فتتجز حركة دورانية جيبية. ندرس حركة العارضة في معلم غاليلي مرتبط بالأرض.

- نعتبر موضع التوازن مرجعا لطاقة الوضع للي، ( $E_{pt}=0$ ) عند ( $\theta=0$ )، والمستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ( $E_{pp}=0$ ).
  - يمثل الشكل 2 تغيرات طاقة الوضع للي بدلالة الزمن.
- نعطى:  $J_{\Delta}=2,9.10^{-3} \text{ kg.m}^2$



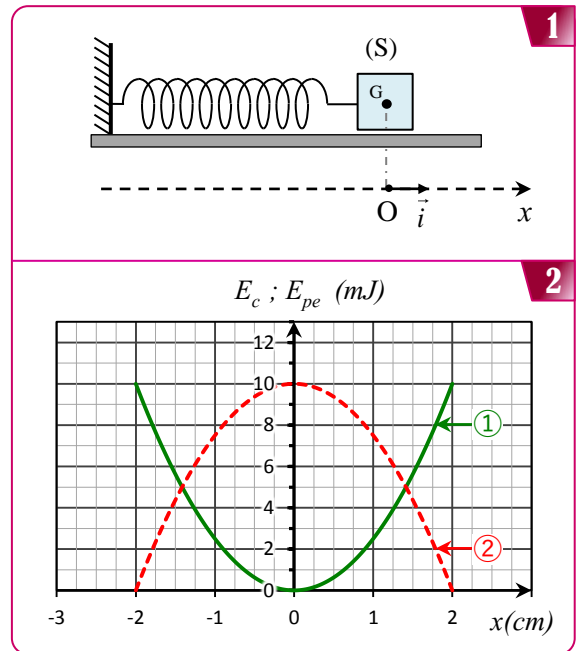
- 1 باستغلال منحى الشكل 2، حدد:
  - أ- الطاقة الميكانيكية  $E_m$ .
  - ب- الدور الخاص  $T_0$ .
  - ج- ثابتة اللي C.
- 2 أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$  للنواس عند اللحظة  $t_1=0,5\text{s}$ .
- 3 احسب الشغل W لمزدوجة اللي بين اللحظتين  $t_1$  و  $t_0=0$ .
- 4 اكتب تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  بدلالة  $J_{\Delta}$  و C و الأفصول الزاوي  $\theta$  والسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$ .
- 5 باشتقاق تعبير الطاقة الميكانيكية، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي  $\theta$ .

يتكون نواس اللي من سلك فلزي ثابتة ليه C ومن قضيب AB متجانس، عزم قصوره  $J_{\Delta}=2,4.10^{-3} \text{ kg.m}^2$  بالنسبة لمحور راسي ( $\Delta$ ) منطبق مع السلك ويمر من G مركز قصور القضيب. ندير القضيب AB أفقيا في المنحى الموجب، ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند لحظة  $t=0$  نعتبرها أصلا للتواريخ.

- نعلم موضع القضيب في كل لحظة بأفصوله الزاوي  $\theta$  بالنسبة لموضع التوازن (الشكل 1).
- ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا.
- نعتبر موضع التوازن مرجعا لطاقة الوضع للي والمستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- نهمل جميع الاحتكاكات.

نربط جسما صلبا (S)، كتلته  $m=100\text{g}$  ومركز قصوره G، بنابض لفاته غير متصل وكتلته مهملة وصلابته K، ونثبت الطرف الآخر للنابض بحامل ثابت. نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بالمسافة  $X_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية (الشكل 1).

- نختار المستوى الأفقي الذي يشمل G عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ( $E_{pp}=0$ ) والحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة ( $E_{pe}=0$ ).
  - يمثل الشكل 2 تغيرات كل الطاقة الحركية  $E_c$  وطاقة الوضع المرنة  $E_{pe}$  بدلالة الأفصول x.
- الحركة تتم بدون احتكاك.



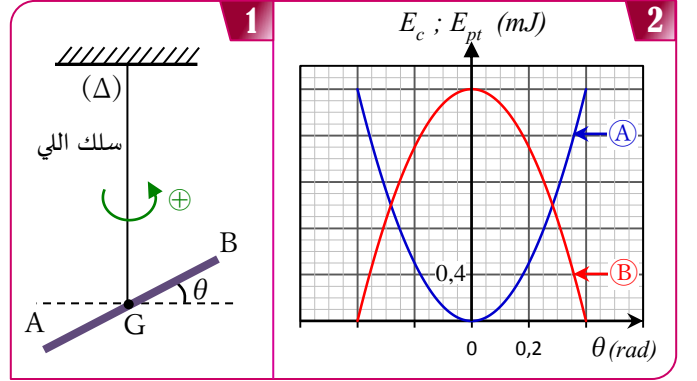
- 1 أقرن كل منحى بالطاقة الموافقة له.
- 2 اكتب تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  بدلالة m و K و x و  $\dot{x}$ .
- 3 باشتقاق تعبير الطاقة الميكانيكية، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x.
- 4 بالاعتماد على مخطط الطاقة للنواس، حدد قيمة كل من:
  - أ- وسع الحركة  $X_m$ .
  - ب- الطاقة الميكانيكية  $E_m$ .
  - ج- صلابة النابض K.
- 5 بين أن تعبير الطاقة الحركية  $E_c$  للنواس يمكن أن يكتب على شكل:

$$E_c = \frac{1}{2} K (X_m^2 - x^2)$$

- 6 استنتج تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس بدلالة  $X_m$  و K.
- 7 حدد قيمة السرعة القصوى  $V_{\max}$  للنواس عند مرور الجسم في المنحى الموجب.
- 8 احسب الأفصولين  $x_1$  و  $x_2$  عندما يكون  $E_c=2E_{pe}$ .
- 9 أوجد الشغل W لقوة الارتداد المطبقة من طرف النابض على (S) عند انتقال G من الموضع  $x=0$  إلى الموضع  $x=2 \text{ cm}$ .



يمثل المنحنيان ① و ② في الشكل 2 تغيرات طاقة الوضع للـ  $E_{pt}$  للمتذبذب وطاقته الحركية  $E_c$  بدلالة  $\theta$ .



1. أقرن، معلا جوابك، كل منحنى بالطاقة الموافقة له.
2. باستغلال مخطط الطاقة للنواس، حدد قيمة كل من :  
أ- وسع الحركة  $\theta_{max}$ .  
ب- الطاقة الميكانيكية  $E_m$ .  
ج- ثابتة الـ C للسلك الفلزي.
3. أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$  لحظة مرور المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي  $\theta_f = 0,2 \text{ rad}$ .
4. احسب شغل عزم مزدوجة الـ  $W(\mathcal{M}_C)$  عند انتقال المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي  $\theta_1 = 0$  إلى موضع أفصوله الزاوي  $\theta_f$ .
5. احسب الأفصولين الزاويين  $\theta_1$  و  $\theta_2$  الذين تكون فيهما طاقة الوضع تساوي الطاقة الحركية.

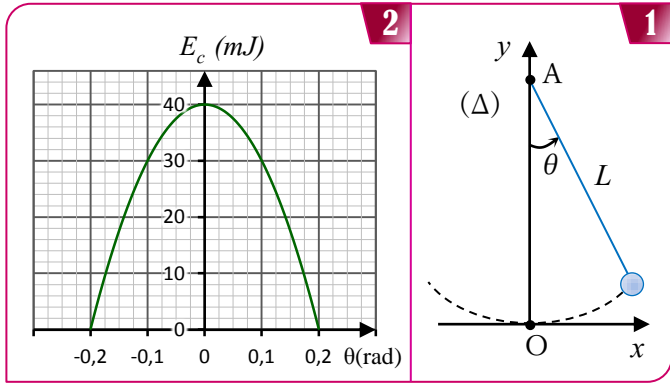
## تمرين رقم 51° | 30 min | Type BAC

يتكون نواس بسيط من كرية كتلتها  $m$  وأبعادها مهملة، معلقة بطرف خيط غير قابل للامتداد كتلته مهملة وطوله  $L$ . الطرف الآخر للخيط مشدود إلى حامل ثابت في النقطة  $A$ .

- نزع النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية  $\theta_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t=0$ ، فينجز ذبذبات حرة في المستوى  $(O, x, y)$  حول محور ثابت  $(\Delta)$  أفقي يمر من النقطة  $A$ .
- ندرس حركة النواس في مرجع أرضي نعتبره غاليليا ونعلم موضع النواس في كل لحظة بأفصوله الزاوي  $\theta$  (الشكل 1).
- نختار المستوى الأفقي المار من النقطة  $O$ ، موضع التوازن المستقر للنواس، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- نهمل جميع الاحتكاكات وندرس حركة النواس في حالة الذبذبات الصغيرة.

### المعطيات:

- ← كتلة الكرية :  $m=350 \text{ g}$
- ← طول الخيط :  $L=58 \text{ cm}$
- ← شدة الثقالة :  $g=9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- ← عزم قصور النواس :  $J_{\Delta} = m.L^2$
- ← بالنسبة للزوايا الصغيرة :  $\sin \theta \approx \theta$  و  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$  حيث  $\theta$  بالراديان.



1. اكتب عند لحظة  $t$  تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس بدلالة  $m$  و  $g$  و  $L$  و  $\theta$  و السرعة الزاوية  $\dot{\theta}$ .
2. استنتج المعادلة التفاضلية لحركة النواس.
3. يمثل منحنى الشكل 2 مخطط الطاقة للنواس، حدد قمة كل من :  
أ- الأفصول الزاوي الأقصى  $\theta_{max}$ .  
ب- السرعة الخطية القصوى  $V_{max}$  للنواس.  
ج- الطاقة الميكانيكية  $E_m$ .
4. استنتج قيمة طاقة الوضع الثقالية  $E_{pp}$  للمجموعة في الموضع  $\theta_1 = 0,1 \text{ rad}$ .
5. أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$  لمجموعة لحظة مرورها من الموضع  $\theta = 0$ .
6. احسب الأفصولين الزاويين  $\theta_1$  و  $\theta_2$  الذين تكون فيهما طاقة الوضع تساوي الطاقة الحركية.

## تمرين رقم 52° | 30 min | Type BAC

ننجز دراسة تجريبية باستعمال نواس وازن، مركز قصوره  $G$  وكتلته  $m$ ، يتكون من ساق وجسم صلب  $(S)$ . النواس قابل للدوران بدون احتكاك حول محور أفقي  $(\Delta)$  ثابت يمر من الطرف  $O$  للساق. نرمز بـ  $J_{\Delta}$  لعزم قصور النواس الوزن بالنسبة للمحور  $(\Delta)$  و بـ  $L$  للمسافة الفاصلة بين  $G$  والمحور  $(\Delta)$  (الشكل 1). نختار المستوى الأفقي المار من النقطة  $G_0$ ، موضع التوازن المستقر للنواس، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.

### المعطيات:

- ← كتلة الجسم  $(S)$  :  $m=400 \text{ g}$
- ←  $L=58 \text{ cm}$
- ← شدة الثقالة :  $g=9,8 \text{ m.s}^{-2}$
- ← بالنسبة للزوايا الصغيرة :  $\sin \theta \approx \theta$  و  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$  حيث  $\theta$  بالراديان.

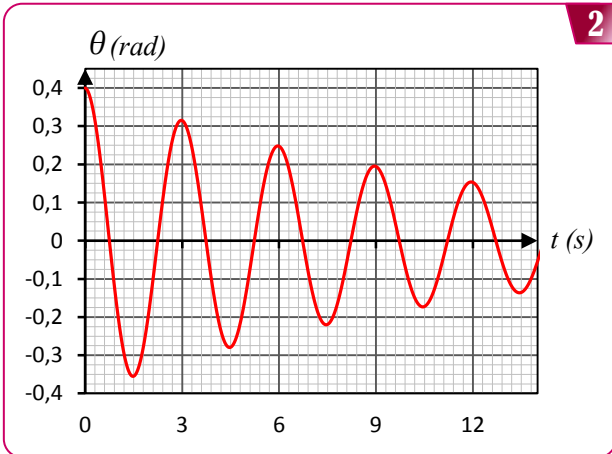
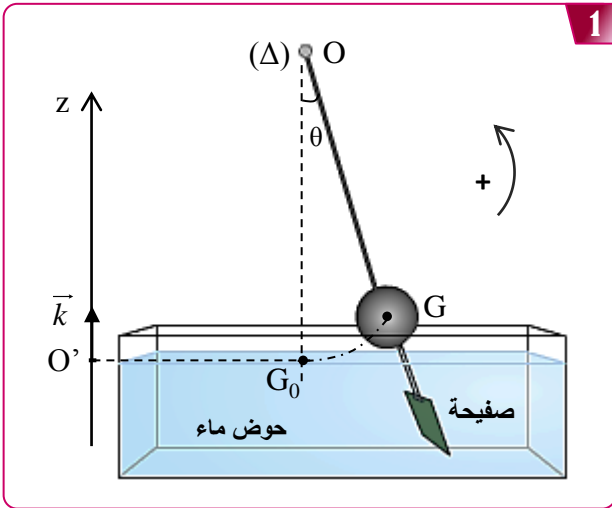
نزع المجموعة الميكانيكية عن موضع توازنها المستقر بزاوية صغيرة  $\theta_{max}$  في المنحنى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة  $t=0$  نعتبرها أصلا للتواريخ. تمت دراسة حركة النواس في مرجع أرضي نعتبره غاليليا. نعلم موضع المجموعة المدروسة في كل لحظة  $t$  بأفصولها الزاوي  $\theta$ . نهمل جميع الاحتكاكات.

■ تعبير الدور الخاص للمجموعة هو:  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\Delta}}{m \cdot g \cdot L}}$

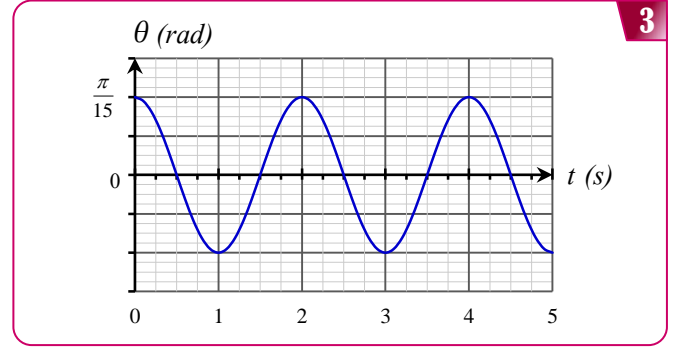
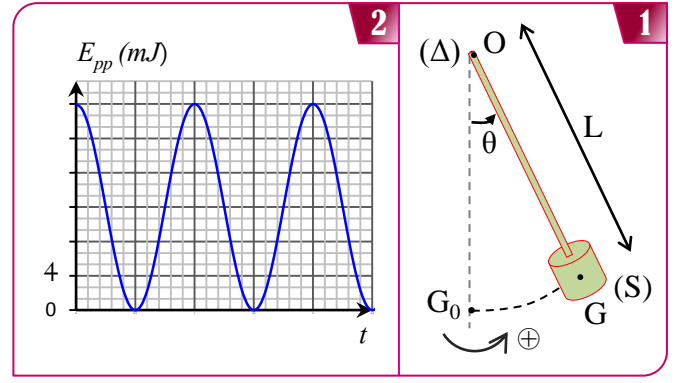
- نزح النواس الوازن عن موضع توازنه المستقر بزاوية صغيرة  $\theta_m$  في المنحى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t_0=0$ ).
- نختار المستوى الأفقي المار من  $G_0$  موضع مركز القصور  $G$  للنواس عند التوازن المستقر، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- يمكن جهاز مسك معلوماتي من خط تغيرات الأفصول الزاوي  $\theta$  بدلالة الزمن  $t$ ، (الشكل 2).

□ نعطى:

- ← شدة الثقالة:  $g=9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .
- ← بالنسبة للزاويا الصغيرة:  $\sin \theta \approx \theta$  و  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$  حيث  $\theta$  بالراديان.



- 1 ما نظام الذبذبات الذي يبرزه منحى الشكل 2 ؟
- 2 حدد قيمة الزاوية  $\theta_m$ .
- 3 نعتبر أن الدور الخاص  $T_0$  يساوي شبه الدور  $T$ . حدد قيمة  $J_{\Delta}$ .
- 4 أوجد تعبير طاقة الوضع الثقالية  $E_{pp}$  بدلالة  $L$  و  $m$  و  $\theta$  و  $g$ .
- 5 احسب تغير الطاقة الميكانيكية  $\Delta E_m$  بين اللحظتين  $t_0=0$  و  $t_1=9\text{s}$  واعط تفسيرا للننتيجة المحصل عليها.



- 1 حدد الزاوية القصوى  $\theta_{\max}$  والدور الخاص  $T_0$ .
- 2 استنتج عزم القصور  $J_{\Delta}$ .
- 3 باستغلال المخطط الطاقى (الشكل 2) حدد:
  - أ- الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس الوازن.
  - ب- القيمة المطلقة للسرعة الخطية للجسم (S) لحظة مروره من موضع توازنه المستقر ( $\theta=0$ ).
- 4 بين أن تعبير طاقة الوضع الثقالية يكتب على شكل:

$$E_{pp} = \frac{1}{2} mgL \cdot \theta^2$$

- 5 استنتج تعبير الطاقة الحركية للمتذبذب بدلالة  $\theta$  و  $\theta_m$  و  $L$  و  $g$  و  $m$ . احسب قيمتها عند مرور المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي  $\theta = \frac{\theta_{\max}}{2}$ .

تمرين رقم 53° | 20min | Type BAC

### خمود الذبذبات الميكانيكية

- يهدف هذا الجزء إلى دراسة ذبذبات نواس وازن بوجود احتكاكات مائعة. يتكون النواس المدروس من عارضة ثبت بطرفها السفلي كرة فلزية و صفيحة بلاستيكية مغمورة في الماء.
- كتلة المجموعة { ساق + كرة + صفيحة } هو  $m=0,5\text{kg}$  و مركز قصورها هو  $G$  بحيث  $OG=L=0,6 \text{ m}$ .
  - العارضة يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي ( $\Delta$ ) يمر من الطرف  $O$  للعارضة (الشكل 1).
  - ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمراجع أرضي نعتبره غاليليا.
  - نمعلم، في كل لحظة، موضع النواس بأفصوله الزاوي  $\theta$ .
  - نرمز لعزم قصور المجموعة { ساق + كرة + صفيحة } بالرمز  $J_{\Delta}$ .

■ نعطى:

ثابتة بلانك:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;

سرعة انتشار الضوء في الفراغ:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  .

① طول الموجة لفوتون في الفراغ يساوي  $656 \text{ nm}$  .

احسب تردد الفوتون ، ثم طاقته بالجول J وبالوحدة (eV) .

② طاقة فوتونات الحزمة  $H_{\beta}$  لذرة الهيدروجين تساوي  $2,55 \text{ eV}$  .

أ- احسب طول الموجة في الفراغ للإشعاع الموافق.

ب- هل هذا الإشعاع مرئي؟

تستعمل مصابيح بخار الصوديوم لإضاءة الأنفاق (tunnels) ، وهي تحتوى على بخار الصوديوم تحت ضغط ضعيف ، تمتص ذرات الصوديوم طاقة الالكترونات التي تخترق أنبوب المصباح فتثار ، وعند رجوعها إلى حالتها الأصلية تفقد هذه الإثارة على شكل إشعاعات ضوئية. تبعث مصابيح بخار الصوديوم خاصة الضوء الأصفر.

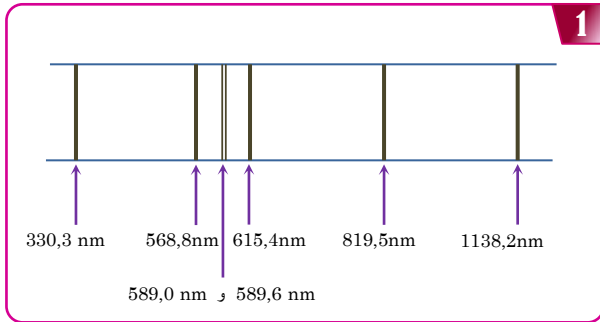
■ نعطى:

ثابتة بلانك:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;

سرعة انتشار الضوء في الفراغ:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  .

① يبين الشكل 1 طيف انبعاث الصوديوم:



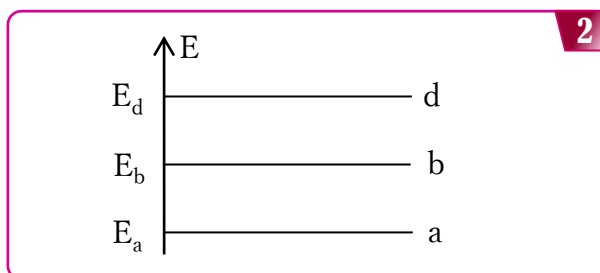
حدد أطوال الموجات للحزات التي تنتمي:

أ- للمجال المرئي،

ب- للمجال فوق البنفسجي،

ج- للمجال تحت الأحمر.

② يبين الشكل 2 مخططا مبسطا لمستويات طاقة ذرة الصوديوم ، حيث a المستوى الأساسي و b و d مستويان مثاران.



أجب بـ «صحيح» أو «خطأ» :

① تفسر تكمية مستويات الطاقة لذرة في إطار ميكانيك نيوتن كما تفسر حركة الكواكب.

② كلما كان طول الموجة لفوتون في الفراغ كبيرا كلما كانت طاقته عالية.

③ ثابتة بلانك  $h$  لها أبعاد الجداء «طاقة X زمن» .

④ القيمة المطلقة للمستوى الأساسي هي الأصغر.

⑤ النواة قادرة على امتصاص شعاع طاقته تناهز بضع الـ  $\text{MeV}$  .

⑥ التبادلات الطاقية بين المادية والإشعاع الضوئي مكماة .

⑦ كلما كان طول الموجة لفوتون في الفراغ كبيرا كلما كانت طاقته عالية.

حدد الاقتراحات الصحيحة:

① عند انتقال ذرة من مستوى طاقي  $E_p$  إلى مستوى طاقي  $E_n$  أصغر:

أ	تمتص الذرة فوتونات
ب	تبعث الذرة فوتونات
ج	تفقد الذرة طاقة
د	تكسب الذرة طاقة

② علاقة بوهر التي تحدد تردد الفوتون المنبعث أو الممتص هي:

أ	$E_p - E_n = h \cdot c$
ب	$E_p - E_n = h \cdot v_{pn}$
ج	$E_p - E_n = h / v_{pn}$

③ الدقيقة التي تمتص الإشعاعات ذات الطاقة الصغر هي:

أ	النواة
ب	الذرة
ج	الجزيئة

④  $1 \text{ MeV}$  يساوي:

أ	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
ب	$1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$
ج	$1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

⑤ طاقة فوتون مقرون بإشعاع طول موجته في الفراغ  $600 \text{ nm}$  هو:

أ	$2,1 \text{ eV}$
ب	$2,1 \text{ keV}$
ج	$2,1 \text{ MeV}$

تمرين رقم 59° | 15 min | Type BAC

■ نعطى:

ثابتة بلانك:  $h=6,63.10^{-34} \text{J.s}$  ;

$1 \text{eV}=1,6.10^{-19} \text{J}$  ;

سرعة انتشار الضوء في الفراغ:  $c=3.10^8 \text{m.s}^{-1}$  .

تعطي العلاقة  $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$  مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين حيث  $n$  عدد صحيح موجب و  $E_0=13,6 \text{ eV}$  .

1 حدد، معللا جوابك، حالتي الذرة اللتين توافقان مستويي الطاقة التاليان:  $E=0 \text{eV}$  و  $E=-13,6 \text{eV}$  .

2 تنتقل ذرة الهيدروجين من المستوى الطاقى  $n$  إلى المستوى الطاقى  $p$  بحيث  $n > p$  .

أ- هل يصاحب هذا الانتقال امتصاص إشعاع أم انبعاثه ؟ علل.

ب- أوجد تعبير طول الموجة  $\lambda$  لهذا الإشعاع بدلالة  $E_0$  و  $p$  و  $n$  و ثابتة بلانك  $h$  و  $c$  .

ج- علما أن هذا الانتقال ينتهي إلى متسلسلة بالمير وأن  $p=5$  أحسب قيمة  $\lambda$  .

تمرين رقم 60° | 30 min | Type BAC

■ نعطى:

ثابتة بلانك:  $h=6,63.10^{-34} \text{J.s}$  ;

$1 \text{eV}=1,6.10^{-19} \text{J}$  ;

سرعة انتشار الضوء في الفراغ:  $c=3.10^8 \text{m.s}^{-1}$  .

تعطي العلاقة  $E_n = -13,6/n^2$  مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين حيث  $n$  عدد صحيح طبيعي.

1 احسب الطاقة المطابقة لكل من الحالة الأساسية والحالات الثلاث الأولى المثارة وحالة التأين.

2 مثل هذه المستويات على مخطط للطاقة .

3 بين أن ذرة الهيدروجين في حالتها الأساسية يمكن أن تمتص فوتونات طاقاتها  $10,2 \text{ eV}$  و  $12,8 \text{ eV}$  ولا يكتفى أن تمتص فوتون طاقته  $5,2 \text{ eV}$  .

4 في حالة الامتصاص:

أ- مثل الانتقالات الممكنة على المخطط.

ب- احسب تردد وطول موجة الإشعاع المرتبط بالفوتونات ذات الطاقة  $10,2 \text{ eV}$  .

ج- حدد موضع هذا الإشعاع على الطيف.

5 هل يمكن إثارة ذرة الهيدروجين عند تصادمه مع:

أ- إلكترون طاقته الحركية  $5 \text{ eV}$  .

ب- إلكترون طاقته الحركية  $12 \text{ eV}$  .

أ- عرف الحالة الأساسية لذرة.

ب- عندما تنتقل ذرة الصوديوم من المستوى المثار  $b$  إلى المستوى الأساسي  $a$  ، تبعث إشعاعا طول موجته  $\lambda_1=589 \text{ nm}$  و عندما تنتقل من المستوى المثار  $d$  إلى المستوى المثار  $b$  تبعث إشعاعا طول موجته  $\lambda_2=568,8 \text{ nm}$  . حدد قيمة الفرق  $E_d - E_a$  .

ج- لكي تنتقل ذرة الصوديوم من مستواها الأساسي  $a$  إلى المستوى المثار  $d$  ، تمتص فوتونا طول الموجة المقابلة هو  $\lambda$  . حدد قيمة  $\lambda$  .

تمرين رقم 58° | 15 min | Type BAC

افترض العالم بلانك Max Plank أن التبادلات الطاقية بين المادة و إشعاع أحادي اللون تردده  $\nu$  ، لا يمكنها أن تحدث إلا بكميات محددة، واستكمل أينشتاين Albert Einstein سنة 1905 بإدخال مفهوم الفوتون باعتباره دقيقة ذات كتلة منعدمة ولها طاقة  $E = h \cdot \nu$  .

• يعبر عن طاقة ذرة الهيدروجين بالعلاقة  $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$  حيث  $n$  العدد الرئيسي الذي يشير إلى رقم الطبقة التي وجد فيها الإلكترون.

• يعطي المخطط أسفله الانتقالات الممكنة للإلكترون ذرة الهيدروجين.

■ نعطى:

ثابتة بلانك:  $h=6,63.10^{-34} \text{J.s}$  ;

$1 \text{eV}=1,6.10^{-19} \text{J}$  ;

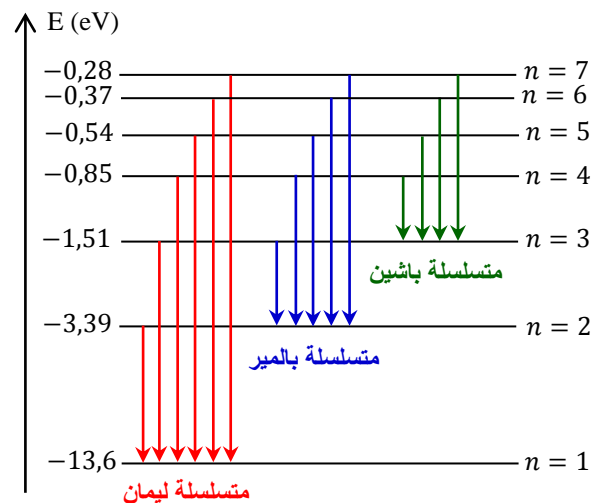
سرعة انتشار الضوء في الفراغ:  $c=3.10^8 \text{m.s}^{-1}$  .

نعرض ذرات الهيدروجين وهي في حالتها الأساسية، إلى فوتونات طاقتها على التوالي  $1,51 \text{ eV}$  و  $12,09 \text{ eV}$  .

1 صف انطلاقا من المخطط الطاقى ماذا يحدث لذرة الهيدروجين.

2 احسب طول الموجة  $\lambda$  للإشعاع المنبعث عند انتقال الإلكترون من المستوى الطاقى  $n=2$  إلى المستوى الطاقى  $n=1$  .

3 طول الموجة لإشعاع مرئي منبعث خلال انتقال من مستوى طاقى  $m$  إلى مستوى طاقى  $n$  هو  $\lambda=489 \text{ nm}$  ، حدد  $n$  و  $m$  .



! « يجب إعطاء التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية وإرفاق كل نتيجة بوحدتها الملائمة مع احترام عدد الأرقام المعبرة ».

(45 min --- 7,5 pts)

فيزياء 1 : الجزءان مستقلان

### الجزء الأول:

سلم  
التقيط

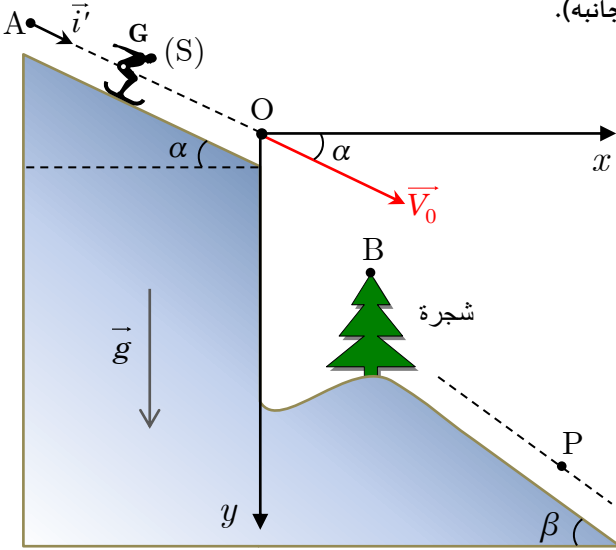
يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة متزلج على مسارين مختلفين (انظر الشكل جانبه).

#### 1 دراسة الحركة على المستوى المائل AO :

ننمذج المتزلج و لوازمه بمجموعة (S) مركز قصورها G. ندرس حركة G في المعلم (A,  $\vec{i}$ ) المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا. عند اللحظة  $t = 0$ ، ينطلق المتزلج من النقطة A بدون سرعة بدئية فيزلق على مستوى مائل بزاوية  $\alpha = 34^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي. يتم التماس بين المجموعة (S) و السطح المائل باحتكاك، حيث قوة الاحتكاك ثابتة شدتها  $f = 21 \text{ N}$ .

نعطي :

- كتلة المجموعة (S) هي  $m = 70 \text{ kg}$  ،
- $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  ،
- نهمل تأثير الهواء.
- $AO = 87 \text{ m}$  .



$$\frac{d^2x}{dt^2} = g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

1.1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول  $x$  تكتب على شكل

2.1- حل هذه المعادلة التفاضلية هو  $x(t) = h \cdot t^2 + k$ . حدد قيمة الثابتين  $h$  و  $k$ .

3.1- استنتج قيمة  $t$  لحظة مرور المجموعة من النقطة O.

4.1- تحقق أن سرعة المجموعة عند النقطة O هي  $V_O = 30 \text{ m.s}^{-1}$ .

5.1- أوجد الشدة R للقوة التي يطبقها المستوى المائل على المجموعة (S).

1,00

0,50

0,50

0,50

0,50

#### 2 دراسة الحركة في مجال الثقالة المنتظم:

عندما يصل المتزلج إلى النقطة O أصل المعلم  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$  الذي نعتبره غاليليا، يغادرها بسرعة  $V_O = 30 \text{ m.s}^{-1}$  تكون متجهتها  $\vec{V}_O$  زاوية  $\alpha = 34^\circ$  مع الخط الأفقي. توجد شجرة في أسفل المنحدر أفصول قمته B، يمكن لهذه الشجرة أن تشكل عائقا أمام المتزلج، نعتبر لحظة مغادرة المتزلج للنقطة O أصلا جديدا للتواريخ ، وليكن P موضع G لحظة ملاسة المتزلج للمستوى المائل بزاوية  $\beta$ .

• نهمل جميع الاحتكاكات و نأخذ  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  .

• إحداثيات النقطة B ، قمة الشجرة، هي:  $x_B = 7 \text{ m}$  و  $y_B = 8 \text{ m}$  .

1.2- أوجد المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $y(t)$  لحركة G.

2.2- استنتج أن التعبير الحرفي لمعادلة المسار يكتب على شكل  $y = \frac{g}{2(V_O \cdot \cos \alpha)^2} \cdot x^2 + x \cdot \tan \alpha$ .

3.2- تحقق أن المتزلج لا يصطدم بالشجرة.

4.2- احسب سرعة المتزلج عند النقطة P، علما أن مدة السقوط هي  $t_P = 3 \text{ s}$  .

1,00

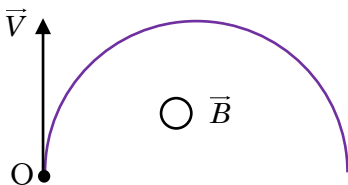
0,50

0,50

0,50

### الجزء الثاني:

تدخل أيونات الفضة  $\text{Ag}^+$  حيزا من الفضاء، يعمه مجال مغناطيسي منتظم شدته  $B = 1,0 \text{ T}$ ، بسرعة بدئية  $V_O = 3,3 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$ . متجهة المجال المغناطيسي  $\vec{B}$  عمودية على متجهة السرعة  $\vec{V}$  في كل لحظة. (انظر الشكل جانبه) نعطي  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .



1- احسب شدة القوة المغناطيسية المطبقة على الأيون  $\text{Ag}^+$  في النقطة O.

2- حدد منى متجهة المجال المغناطيسي  $\vec{B}$  .

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن حركة الأيون  $\text{Ag}^+$  دائرية منتظمة.

4- علما أن شعاع مسار الأيون  $\text{Ag}^+$  هو  $R = 36,6 \text{ cm}$ . احسب كتلته  $m$ .

0,50

0,25

0,75

0,50



# التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية

## الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

### الوحدة 1: التحولات السريعة و التحولات البطيئة Réactions Lentes & Rapides :

- كتابة معادلة التفاعل المنمذج لتحول الأكسدة – اختزال وتعرف المزدوجتين المتدخلتين.
- تحديد تأثير العوامل الحركية على سرعة التفاعل انطلاقا من نتائج تجريبية:
  - تأثير درجة الحرارة.
  - تأثير التركيز البدئية للمتفاعلات.

### الوحدة 2: التتبع الزمني لتحول كيميائي – سرعة التفاعل vitesse de réaction :

- تعليل مختلف العمليات المنجزة خلال تتبع التطور الزمني لمجموعة؛ واستثمار النتائج التجريبية.
- معلمة التكافؤ خلال معايرة واستغلاله.
- استغلال منحنيات تطور كمية المادة لنوع كيميائي أو تركيزه أو تقدم التفاعل أو ضغط غاز أو حجمه.
- إنشاء الجدول الوصفي لتقدم التفاعل واستغلاله.
- معرفة تأثير التركيز ودرجة الحرارة على سرعة التفاعل.
- تفسير، كيفيا، تغير سرعة التفاعل بواسطة إحدى منحنيات التطور.
- تحديد قيمة السرعة الحجمية للتفاعل مبيانيا.
- تعريف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .
- تحديد زمن نصف التفاعل مبيانيا أو باستثمار نتائج تجريبية.
- تفسير تأثير تركيز الأنواع الكيميائية المتفاعلة ودرجة الحرارة على عدد التصادمات الفعالة في وحدة الزمن.

### جدول التخصيص و نسبة الأهمية

المستويات المهارية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية التتبع الزمني – سرعة التفاعل	3 %	5 %	2,1 %	6 %

# 1 التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية

## التحولات السريعة و التحولات البطيئة التتبع الزمني لتحول كيميائي - سرعة التفاعل

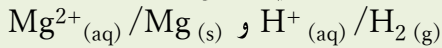
التمرين : 2° | 30 min | Appli.

لتتبع التطور الزمني للتحويل الكيميائي الحاصل بين محلول حمض الكلوريدريك (  $H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$  ) وفلز المغنيزيوم، ندخل في لحظة  $t=0$  كتلة  $m=1g$  من فلز المغنيزيوم  $Mg_{(s)}$  في حوجة بها حجم  $V=40mL$  من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه المولي  $C=0,5mol.L^{-1}$ .

نعتبر أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتا خلال مدة التحويل وأن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة هو:  $V_M=24 mol.L^{-1}$ . نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين  $V(H_2)$  المنطلق في نفس الشرطين من الضغط و درجة الحرارة، ندون النتائج الحاصل عليها في الجدول أسفله:

### معطيات:

- التجربة أنجزت عند درجة حرارة  $25^\circ C$ .
- الكتلة المولية للمغنيزيوم:  $M(Mg)=24,3 g.mol^{-1}$
- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما:

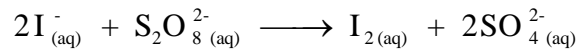


التمرين : 1° | 30 min | Type BAC

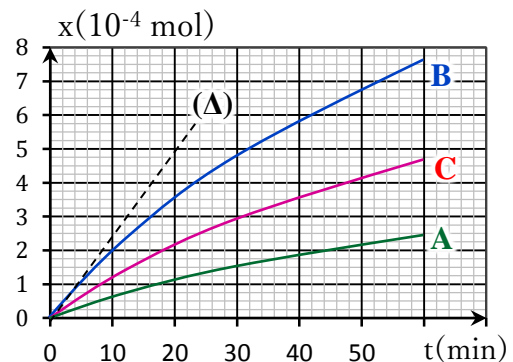
لتحديد تأثير بعض العوامل الحركية على سرعة التفاعل انطلاقا من نتائج تجريبية، ندرس حركية أكسدة أيونات يودور  $I^-_{(aq)}$  بواسطة أيونات بيروكسو ثنائي كبريتات  $S_2O_8^{2-}_{(aq)}$  في حالات بدئية مختلفة للمجموعة الكيميائية، كما هي مدونة في الجدول الآتي:

رقم التجربة	قيم التراكيز المولية الفعلية عند الحالة البدئية بالوحدة $mol.L^{-1}$		قيمة درجة الحرارة $^\circ C$
	$[S_2O_8^{2-}]_i$	$[I^-]_i$	
①	$1.10^{-2}$	$2.10^{-2}$	20
②	$2.10^{-2}$	$4.10^{-2}$	20
③	$1.10^{-2}$	$2.10^{-2}$	35

تمثل المنحنيات A و B و C على التوالي تطور التقدم x للتفاعل الحاصل بدلالة الزمن بالنسبة للتجارب ① و ② و ③ - الشكل 1. المعادلة الكيميائية المنمذجة لتحويل أكسدة - اختزال هي:



- انطلاقا من المعادلة الحصيلة التفاعل، حدد المزدوجتين مختزل/مؤكسد (Ox/Red) المتدخلتين في التفاعل.
- اذكر - مع التعليل - تقنيات أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التحويل.
- أعط تعبير السرعة الحجمية  $v$  بدلالة x تقدم التفاعل و الحجم V للمجموعة الكيميائية.
- يمثل  $(\Delta)$  المماس للمنحنى B عند اللحظة  $t_0=0$ . احسب بالوحدة  $(mol.L^{-1}.min^{-1})$  قيمة السرعة  $v$  عند اللحظة  $t_0$  بالنسبة للتجربة رقم ②. نعطي  $V=100 mL$ .
- بمقارنة معطيات التجريبتين ① و ②، ما هو العامل الحركي الذي يمكن إبرازه؟ ما مفعوله على التأثير المدروس.
- بمقارنة معطيات التجريبتين ① و ③، ما هو العامل الحركي الذي يمكن إبرازه؟ ما مفعوله على التأثير المدروس.



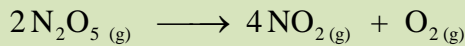
t (s)	0	50	100	150	200	300	400	500	750
$V_{H_2}$ (mL)	0	36	64	86	104	132	154	170	200
x (mmol)	0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

- أكتب نصف المعادلة أكسدة - اختزال المقرونة بكل مزدوجة، ثم استنتج المعادلة الحصيلة للتفاعل.
- أذكر، معللا جوابك، طريقة أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التحويل الكيميائي.
- أنجز الجدول الوصفي لتقدم التفاعل واستنتج العلاقة بين تقدم التفاعل x و حجم غاز ثنائي الهيدروجين المتصاعد  $V(H_2)$ .
- أتمم ملء الجدول أعلاه.
- مثل المنحنى  $x=f(t)$  باعتمادك السلم التالي:  $1cm \leftrightarrow 1mmol$  و  $1cm \leftrightarrow 100 s$
- احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين  $t_1=100 s$  و  $t_2=400 s$ . كيف تتطور هذه السرعة مع الزمن؟ فسر ذلك.
- أ- أحسب التقدم الأقصى  $X_{max}$  واستنتج المتفاعل المحد.
- ب- ما المدلول الفيزيائي لزمان نصف التفاعل  $t_{1/2}$ ؟ أوجد قيمته.
- مثل موضع المنحنى  $x=f(t)$  مع التعليل، عندما ينجز هذا التحويل في الحالتين التاليتين:
- أ- عندما ينجز التحويل عند درجة حرارة  $50^\circ C$ .
- ب- إذا كانت كمية المادة البدئية للمتفاعلات أقل، مع الحفاظ على نفس الحجم للخليط التفاعلي.

### ملاحظة:

$$1mL=10^{-3} L \text{ و } 1mmol=10^{-3} mol$$

في الحالة الغازية، يتفكك غاز خماسي أكسيد ثنائي الأوت  $N_2O_5$  تحت تأثير درجة حرارة ثابتة وفق تفاعل بطيء و كلي حسب المعادلة:



#### معطيات:

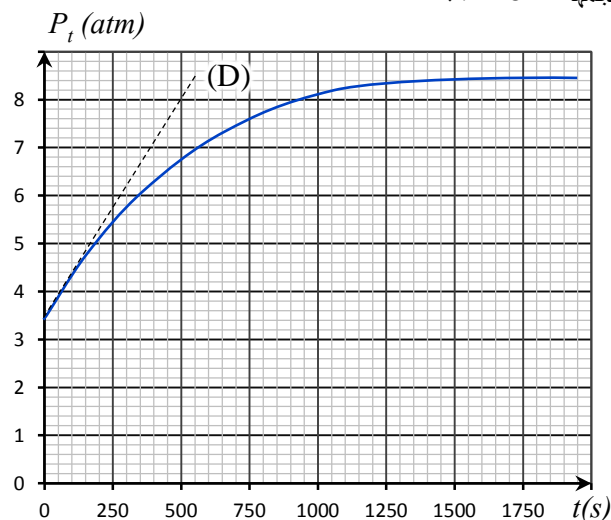
- نعتبر جميع الغازات كاملة ونعطي :  $P.V=n.R.T$
- ثابتة الغازات الكاملة:  $R=0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}$

(I) ندخل كمية المادة  $n_0=1 \text{ mol}$  من غاز  $N_2O_5(g)$  في حوقلة فارغة حجمها  $V=10 \text{ L}$ ، وعند درجة حرارة ثابتة  $T=413 \text{ K}$ .

- أحسب الضغط البدئي  $P_0$  في الحوقلة قبل انطلاق التفاعل.
- أنشئ الجدول الوصفي، ثم احسب قيمة التقدم الأقصى  $X_{\max}$ .
- عند لحظة  $t$ ، الضغط الكلي  $P_t$  داخل الحوقلة هو مجموع الضغوط الجزئية لكل غاز:  $P_t = P(N_2O_5) + P(NO_2) + P(O_2)$ . باستغلالك للجدول الوصفي و بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة بين أن تعبير تقدم التفاعل  $x$  عند لحظة  $t$  يكتب على شكل:
 
$$b = \frac{P_0 \cdot V}{3R.T} \text{ و } a = \frac{V}{3R.T} \text{ بحيث } x = a \cdot P_t - b$$
- تحقق أن قيمة الضغط الأقصى في الحوقلة عند نهاية التفاعل هو  $P_{\max}=8,467 \text{ atm}$ .

(II) لدراسة حركية هذا التحول عند درجة حرارة ثابتة، نقفل على كمية من  $N_2O_5(g)$  داخل الحوقلة المفرغة سابقا، ثم نوصلها بواسطة أنبوب بجهاز البارومتر. قياس الضغط داخل الحوقلة عند لحظة  $t$ ، مكننا من تمثيل المنحنى  $P=f(t)$  الممثل أسفله.

- أوجد تعبير السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل بدلالة  $R$  و  $T$  و  $\frac{dP_t}{dt}$ .
- عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ ، ثم حدد قيمته مبيانيا.
- احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t_0=0$  (المستقيم (D) يمثل المماس للمنحنى عند اللحظة  $t_0=0$ )
- انقل المنحنى أسفله ثم ارسم كيفيا شكل المنحنى عندما ينجز التحول عند درجة حرارة  $T'=600 \text{ K}$ .
- ناقش النتيجة المحصل عليها في حالة انجاز التجربة باستعمال حوقلة حجمها  $V'=5 \text{ L}$ .

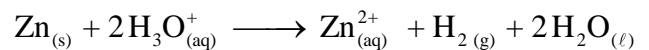


يعتبر غاز ثنائي الهيدروجين  $H_2$  من المحروقات التي تتوفر على طاقة عالية غير ملوثة، و يمكن تحضيره بتفاعل الأحماض مع بعض الفلزات. يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور تفاعل حمض الكبريتيك  $2H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$  مع الزنك  $Zn(s)$  بقياس الضغط.

#### معطيات:

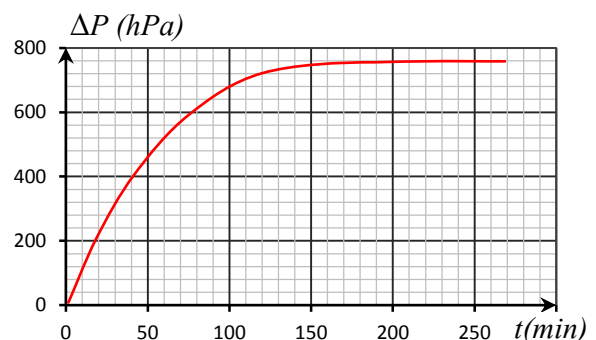
- تمت جميع القياسات عند  $25^\circ \text{ C}$ ؛
- معادلة الحالة للغازات الكاملة:  $P.V = n.R.T$ ؛
- الكتلة المولية الذرية للزنك:  $M(Zn)=65,4 \text{ g.mol}^{-1}$ .

ننمذج تفاعل الزنك مع محلول حمض الكبريتيك بالمعادلة التالية:



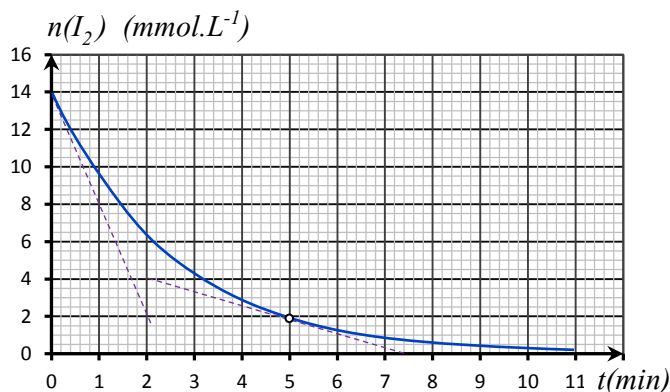
لدراسة حركية هذا التفاعل، ندخل في حوقلة حجمها ثابت  $V=1 \text{ L}$  الكتلة  $m=0,66 \text{ g}$  من مسحوق الزنك  $Zn(s)$  و نصب فيها عند اللحظة  $t_0=0$  حجما  $V_a=75 \text{ mL}$  من محلول مائي لحمض الكبريتيك تركيز أيونات الأوكسونيوم فيه هو  $[H_3O^+]=0,40 \text{ mol.L}^{-1}$ . نقيس في كل لحظة  $t$  الضغط  $P$  داخل الحوقلة بواسطة لاقط الضغط. لتكن  $n_i(H_3O^+)$  كمية المادة البدئية لأيونات الأوكسونيوم و  $n_i(Zn)$  كمية المادة البدئية للزنك.

- أذكر طرقا أخرى يمكن اعتمادها لدراسة تطور هذا التحول مع الزمن.
- حدد المزدوجتين ox/réd المتدخلتين في هذا التفاعل.
- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
- أحسب  $n_i(Zn)$  و  $n_i(H_3O^+)$ .
- حدد التقدم الأقصى  $X_{\max}$  و المتفاعل المحد.
- بتطبيق معادلة الحالة للغازات الكاملة و اعتمادا على الجدول الوصفي، أوجد تعبير تقدم التفاعل  $x(t)$  عند لحظة  $t$  بدلالة  $R$  و  $T$  و  $V$  و  $\Delta P$ ، حيث  $\Delta P = P - P_0$  مع  $P_0$  الضغط البدئي المقاس عند  $t_0=0$  و  $P$  الضغط المقاس عند اللحظة  $t$ .
- ليكن  $\Delta P_{\max} = P_{\max} - P_0$  تغير الضغط الأقصى و  $X_{\max}$  التقدم الأقصى. بين أن:  $x(t) = x_{\max} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}$ .
- مكنك الدراسة التجريبية من خط المنحنى الممثل في الشكل أسفله الذي يمثل تغيرات  $\Delta P$  بدلالة الزمن. أوجد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .



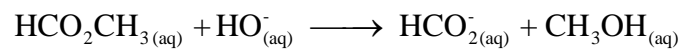
نأخذ عينة من منظف طبي للجروح «اليود» حجمها  $V=100 \text{ mL}$ ، و هو عبارة عن سائل يحتوي أساسا على ثنائي اليود  $I_2(aq)$  تركيزه المولي  $C_0=0,14 \text{ mol.L}^{-1}$ . ثم نظيف إليها قطعة من الزنك  $Zn(s)$  كتلتها  $m=1,6 \text{ g}$ .  
نقبل أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتا و يساوي  $V=100 \text{ mL}$ ، نعطي الكتلة المولية للزنك  $M(Zn)=65 \text{ g.mol}^{-1}$ .  
• ثنائي اليود  $I_2$  سائل يتميز بلون أحمر آجوري .

- 1 أكتب نصف المعادلة أكسدة - اختزال المقرونة بكل مزدوجة، ثم استنتج المعادلة الحصيلة للتفاعل علما أن المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل هما:  $I_2(aq)/I^-(aq)$  و  $Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$ .
- 2 أحسب  $n_0(I_2(aq))$  كمية المادة البدئية لثنائي اليود  $I_2(aq)$  و  $n_0(Zn(s))$  كمية المادة البدئية لـ  $Zn(s)$ .
- 3 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
- 4 انطلاقا من الجدول الوصفي حدد التقدم الأقصى  $X_{\max}$  و استنتج المتفاعل المحد.
- 5 عند درجة الحرارة  $20^\circ\text{C}$  نتتبع عن طريق المعايير - بواسطة أيونات محلول ثيوكبريتات الصوديوم- تغيرات  $n(I_2(aq))$  بدلالة الزمن  $t$  فنحصل على المنحنى  $n(I_2(aq))=f(t)$  (الشكل أسفله)  
أ - قبل المعايرة نقوم بغسل العينات بالماء المثلج . ما الفائدة من إضافة الماء المثلج قبل المعايرة ؟ وكيف نتعرف على التكافؤ ؟  
ب- أذكر طريقة أخرى تمكن من تتبع تطور هذا التحول الكيميائي.  
ج- أحسب السرعة الحجمية لاختفاء  $I_2$  من المحلول عند اللحظتين  $t_1=0$  و  $t_2=5 \text{ min}$   
(تم تمثيل مستقيمين مماسين للمنحنى عند اللحظتين  $t_1$  و  $t_2$ )  
د - كيف تتغير السرعة الحجمية مع الزمن ؟ فسر ذلك.  
هـ - عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  ثم حدد قيمته.
- 6 نحتفظ بنفس الحجم  $V=100 \text{ mL}$  و بنفس التراكيز البدئية للمتفاعلات.  
أرسم كيفيا مع نفس المنحنى الممثل أسفله، شكل المنحنى  $C_1$  عندما ينجز التحول عند درجة حرارة  $80^\circ\text{C}$  علل جوابك.
- 7 في هذه المرة نحتفظ بنفس درجة الحرارة البدئية  $20^\circ\text{C}$ . لكن نظيف حجما  $V'=50 \text{ mL}$  من الماء المقطر للمحلول السابق. فيكون الحجم الكلي للخليط هو  $V_T=150 \text{ mL}$ . أرسم كيفيا في نفس المنحنى السابق، شكل المنحنى  $C_2$ . علل ذلك.



يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور تفاعل ميثانوات المثل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم باعتماد قياس الموصلية.  
يعبر عن الموصلية  $\sigma$  عند لحظة  $t$  بالعلاقة:  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$ .  
نصب في كأس حجما  $V=2.10^{-4} \text{ m}^3$  من محلول  $S_B$  هيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+(aq)+OH^-(aq))$  تركيزه  $C_B=10 \text{ mol.m}^{-3}$  و نصيف إليه، عند لحظة  $t_0$  نعتبرها أصلا للتواريخ، كمية المادة  $n_E$  لميثانوات الميثيل مساوية لكمية المادة  $n_B=n_E$  هيدروكسيد الصوديوم في المحلول  $S_B$  عند أصل التواريخ.  
( نعتبر أن حجم الخليط يبقى ثابتا  $V=2.10^{-4} \text{ m}^3$  ).  
مكنت الدراسة التجريبية من الحصول على المنحنى الممثل لتغيرات الموصلية  $\sigma$  بدلالة الزمن ( أنظر الشكل أسفله )

ننمذج التحول المدروس بالمعادلة الكيميائية التالية :

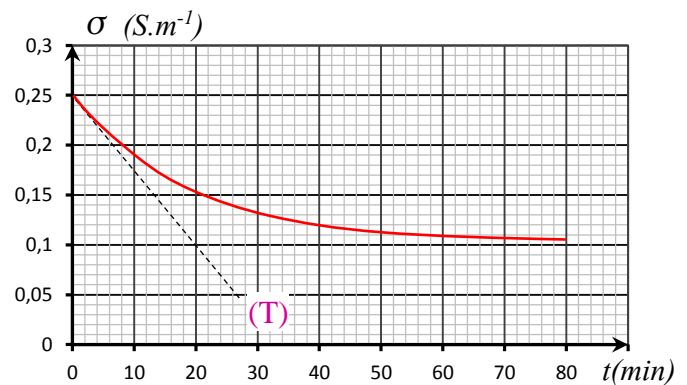


- يعطي الجدول التالي قيم الموصلية المولية الأيونية للأيونات المتواجدة في الوسط التفاعلي.

الأيون	$Na^+$	$OH^-$	$HCO_2^-$
$\lambda \text{ (S.m}^2.\text{mol}^{-1})$	$5,01.10^{-3}$	$19,9.10^{-3}$	$5,46.10^{-3}$

- نهمل تركيز الأيونات  $H_3O^+$  في الخليط التفاعلي.

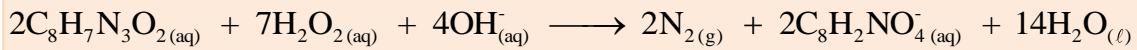
- 1 أوجد الأيونات المتواجدة في الخليط عند لحظة  $t$ .
- 2 أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التحول الكيميائي .  
( نرمز بـ  $x$  لتقدم التفاعل عند لحظة  $t$  )
- 3 بين أن موصلية الخليط التفاعلي ، عند لحظة  $t$  تحقق العلاقة :  
$$\sigma = -72,2.x + 0,25 \text{ (S.m}^{-1})$$
- 4 علل تناقص الموصلية  $\sigma$  أثناء التفاعل.
- 5 احسب  $\sigma_{1/2}$  موصلية الخليط التفاعلي عند  $x = \frac{x_{\max}}{2}$ .
- 6 أوجد زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .
- 7 إعط تعبير السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل بدلالة حجم المحلول  $V$  و مشتقة الموصلية بالنسبة للزمن  $\frac{d\sigma}{dt}$ .
- 8 حدد بالوحدة  $\text{mol.m}^{-3}.\text{min}^{-1}$  قيمة السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل عند اللحظة  $t=0$  (المستقيم  $(T)$  مماس للمنحنى عند  $t=0$ ).



## الكيمياء في خدمة الشرطة العلمية

اللومينول (Luminol) مركب عضوي صيغته الإجمالية  $C_8H_7N_3O_2$ . خلال تفاعله مع بعض المؤكسدات مثل الماء الأوكسيجيني  $H_2O_2$  يعطي غاز ثنائي الأزوت  $N_2$  وأيون أمينوفتالات  $C_8H_2NO_4^-$ . هذا الأخير غير مستقر - يوجد في حالة إثارة - ولكي يعود إلى حالة استقراره يبعث فائض طاقته على شكل ضوء ذو لمعان أزرق يمكن رؤيته في ظلام دامس. غير أن هذا التفاعل بطيء جدا قد يتطلب شهرا ... لكن بوجود أيونات الحديد III يحدث التفاعل في عشرات الثواني. يحتوي الهيموغلوبين للكريات الحمراء للدم على أيونات الحديد III، و انطلاقا من ذلك تعتمد الشرطة العلمية على اللومينول للكشف عن بقع الدم في الثوب أو في مسرح الجريمة حتى ولو تم غسله وتجفيفه. كون الضوء الناتج ينطفئ بعد حوالي 30 ثانية يتم الاستعانة بآلة تصوير خاصة وفي مكان مظلم.

يتفاعل اللومينول مع الماء الأوكسيجيني حسب تفاعل أكسدة - اختزال نمذجته بالمعادلة الكيميائية التالية:

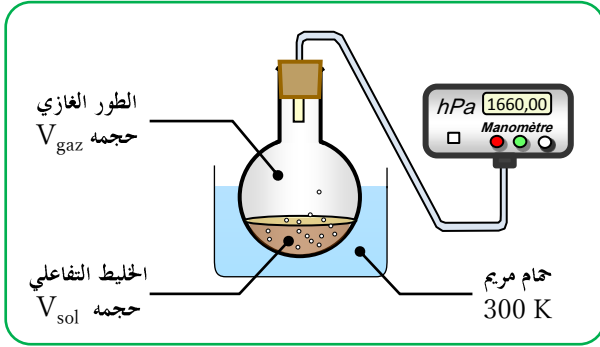


لإنجاز هذا التفاعل، عند درجة الحرارة  $T=300K$ ، نكون خليطا تفاعليا حجمه  $V_{sol}=0,35L$  بمزج:

- كتلة  $m_1=1,0g$  من اللومينول و  $250g$  من هيدروكسيد الصوديوم و ماء مقطر.
- حجما  $V=0,50mL$  من الماء الأوكسيجيني تركيزه  $C=9,8mol.L^{-1}$ .
- $5g$  من مركب يحتوي على أيونات الحديد III.

### معطيات:

- الكتلة المولية للومينول هي:  $M=177g.mol^{-1}$ .
- معادلة الحالة للغازات الكاملة:  $P.V = n.R.T$ .
- ثابتة الغازات الكاملة:  $R=8,3Pa.m^3.K^{-1}.mol^{-1}$  (S.I).
- حجم الغاز يبقى ثابتا خلال التفاعل:  $V_{gaz}=2,1.10^{-3}m^3$ .
- نذكر أن  $1m^3=10^3L$ .



1 ما هو دور أيونات الحديد III في هذا التفاعل ؟

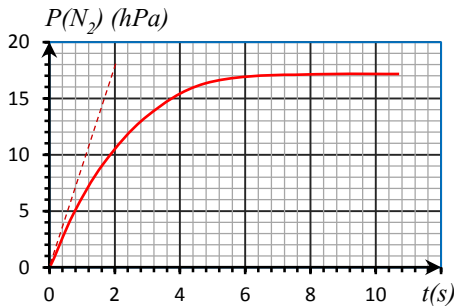
2 أعط تعريف المؤكسد ثم اكتب المزدوجة ox/red التي ينتمي إليها الماء الأوكسيجيني  $H_2O_2$ .

3 اذكر، مع التعليل، تقنيتين مختلفتين يمكن اعتمادهما لدراسة تطور هذا التحول مع الزمن.

4 نرمز بـ  $n_1$  لكمية المادة البدئية للومينول  $C_8H_7N_3O_2$  و بـ  $n_2$  لكمية المادة البدئية للماء الأوكسيجيني  $H_2O_2$ .

تحقق أن  $n_1=5,6.10^{-3}mol$  و  $n_2=4,9.10^{-3}mol$ .

5 نعط الجدول الوصفي المبسط التالي: انقل الجدول و املأه ثم حدد التقدم الأقصى  $X_{max}$ .



الحالة	التقدم	$2C_8H_7N_3O_2(aq) + 7H_2O_2(aq) + \dots \rightarrow 2N_2(g) + \dots$			
بدئية	0	$n_1$	$n_2$		.....
وسيطه	x	.....	.....		.....
نهائية	$x_{max}$	.....	.....		.....

6 باستغلالك للجدول الوصفي و لمعادلة الحالة للغازات الكاملة أوجد التعبير التالي:  $x(t) = \frac{V_{gaz}}{2RT} \cdot P(N_2)$  : يمثل ضغط  $N_2(g)$ .

7 استنتج تعبير السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل بدلالة  $V_{sol}$  و  $V_{gaz}$  و  $R$  و  $T$  و المشتقة  $\frac{dP(N_2)}{dt}$ ، ثم حدد قيمة  $v$  عند اللحظة  $t=0$ .

8 عرف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  ثم حدد قيمته.

9 كنت ضمن فريق الشرطة العلمية بمسرح الجريمة. صف بإيجاز كيف يمكن اعتماد تقنية هذا التفاعل لإبراز وجود بقع الدم في قميص الضحية بعد أن تخلص منها القاتل بالغسل والتجفيف.



## فرض منزلي

! « يجب إعطاء التعاير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية وإرفاق كل نتيجة بوحدتها الملائمة مع احترام عدد الأرقام المعبرة ».



40 min | 7 نقط

### تتبع تطور تحول كيميائي بقياس الموصلية

الكيمياء :

سلم  
التنقيط

حمض الفورميك ( $\text{HCOOH}$ ) أو حمض الميثانويك. سائل أكال عديم اللون وذو رائحة نفاذة. يفرزه النمل والنحل وحشرات أخرى للدفاع عن نفسها ولتتبع أثرها .... ويستعمل كثيرا في صناعة الورق والنسيج والمبيدات الحشرية. يهدف هذا التمرين إلى تتبع تطور تفاعل حمض الفورميك مع ثنائي البروم بقياس الموصلية.

في محلول مائي، و عند درجة الحرارة  $T = 25^\circ\text{C}$ ، يتفاعل حمض الفورميك كليا وببطء مع ثنائي البروم وفق المعادلة الكيميائية التالية:



المحلول المائي لثنائي البروم  $\text{Br}_{2(aq)}$  يتميز بلون أحمر داكن في حين محلول حمض البروميديك ( $\text{H}^{+}_{(aq)} + \text{Br}^{-}_{(aq)}$ ) عديم اللون. عند اللحظة  $t = 0$ ، نحضر خليطا تفاعليا حجمه  $V_T = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$  وذلك بمزج:

– حجم  $V_1 = 5,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  من محلول حمض الفورميك  $\text{HCOOH}_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_1 = 30,0 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$

– حجم  $V_2 = 5,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  من محلول ثنائي البروم  $\text{Br}_{2(aq)}$  تركيزه المولي  $C_2 = 24,0 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$

**معطيات** – يعبر عن موصلية الخليط التفاعلي عند لحظة  $t$  بالعلاقة:  $\sigma = \sigma_0 + \lambda_{\text{H}^{+}} \cdot [\text{H}^{+}] + \lambda_{\text{Br}^{-}} \cdot [\text{Br}^{-}]$

–  $\sigma_0$  تمثل موصلية الخليط عند اللحظة  $t = 0$  بحيث:  $\sigma_0 = 0,063 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$

– الموصليات المولية الأيونية عند  $25^\circ\text{C}$  هي:  $\lambda_{\text{H}^{+}} = 35,0 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda_{\text{Br}^{-}} = 7,81 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

1 كيف يمكن التأكد تجريبيا بأن التحول بطيء ؟

0,50

2 من خلال المعادلة الحصيلة التفاعل أكسدة-اختزال، تعرف على المزدوجتين مختزل/مؤكسد (Ox/Red) المتدخلتين في هذا التفاعل.

0,50

3 نرمز بـ  $n_1$  لكمية المادة البدئية لحمض الفورميك  $\text{HCOOH}_{(aq)}$ ، و بـ  $n_2$  لكمية المادة البدئية لثنائي البروم  $\text{Br}_{2(aq)}$ .

0,50

تحقق أن  $n_1 = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  و  $n_2 = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

4 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل ثم حدد التقدم الأقصى  $x_{\text{max}}$ .

1,00

5 باستغلالك للجدول الوصفي، بين أن الموصلية في الخليط التفاعلي، عند لحظة  $t$ ، تحقق العلاقة:  $\sigma = 0,063 + 856 \cdot x$ .

1,50

مع  $x$  تقدم التفاعل بالمول ( $\text{mol}$ ) و  $\sigma$  بـ ( $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ ).

6 يمثل المنحنى (C)، الممثل أسفله، تغير موصلية المحلول بدلالة الزمن  $\sigma = f(t)$ . و يمثل المستقيم (D) المماس للمنحنى عند اللحظة  $t = 0$ .

أ- حدد قيمة زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .

0,50

ب- عبر عن السرعة الحجمية للتفاعل  $v$  بدلالة حجم الخليط التفاعلي  $V_T$  و مشتقة الموصلية بالنسبة للزمن  $\frac{d\sigma}{dt}$ .

0,75

(نعتبر أن حجم الخليط  $V_T$  يبقى ثابتا خلال التحول).

ج- احسب، بالوحدة  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$ ، قيمة السرعة الحجمية

0,50

$v_0$  عند اللحظة  $t = 0$ .

7 نحدد السرعة الحجمية  $v_1$  عند اللحظة  $t_1 = 6 \text{ min}$  فنجد القيمة

0,50

$v_1 = 0,67 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$

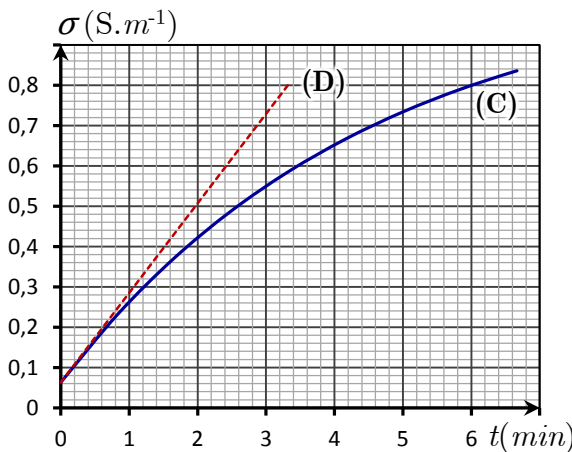
قارن سرعتين الحجميتين  $v_1$  و  $v_0$  ثم اعط تفسيرا لذلك.

8 نعيد التجربة عند درجة الحرارة  $T' = 50^\circ\text{C}$ . انقل المنحنى (C) وارسم،

0,75

كيفيا، معه هيئة المنحنى ( $C'$ ) في هذه الظروف، علل جوابك.

(نذكر أن موصلية محلول إلكتروليتي تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة)



**الوحدة 3: التحويلات الكيميائية التي تحدث في المنحنيين:**

- ✓ تعريف الحمض والقاعدة حسب برونشتد.
- ✓ كتابة المعادلة المنمذجة للتحويل حمض - قاعدة وتعرف المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل.
- ✓ تحديد قيمة pH لمحلول مائي.
- ✓ حساب التقدم النهائي  $X_f$  لتفاعل حمض مع الماء انطلاقا من معرفة تركيز و pH لمحلول هذا الحمض، ومقارنته مع التقدم الأقصى  $X_{max}$ .
- ✓ تعريف نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لتفاعل وتحديد انطلاقا من معطيات تجريبية.
- ✓ تفسير ميكروسكوبي لحالة توازن مجموعة كيميائية.

**الوحدة 4: حالة توازن مجموعة كيميائية:**

- استغلال العلاقة بين الموصلة  $G$  لجزء من محلول والتركيز المولية الفعلية للأيونات المتواجدة في هذا المحلول.
- معرفة أن كميات المادة لا تتطور عند تحقق حالة توازن المجموعة وأن هذه الحالة تكون ديناميكية.
- إعطاء التعبير الحرفي لخارج التفاعل  $Q_r$  انطلاقا من معادلة التفاعل واستغلاله.
- معرفة أن  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل لمجموعة في حالة توازن يأخذ قيمة لا تتعلق بالتركيز تسمى ثابتة التوازن  $K$  الموافقة لمعادلة التفاعل.
- معرفة أن نسبة التقدم النهائي لتحويل معين تتعلق بثابتة التوازن وبالحالة البدئية للمجموعة.

**الوحدة 5: التحويلات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعدة في محلول مائي:**

- معرفة أن الجداء الأيوني للماء هو ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل التحلل البروتوني الذاتي للماء.
- معرفة  $pK_e = -\log K_e$ .
- تحديد، طبيعة محلول مائي (حمضي أو قاعدي أو محايد) انطلاقا من قيمة pH للمحلول.
- تحديد، قيمة pH لمحلول مائي انطلاقا من التركيز المولي للأيونات  $H_3O^+$  أو  $HO^-$ .
- كتابة تعبير ثابتة الحمضية  $pK_A$  الموافقة لمعادلة تفاعل حمض مع الماء واستغلاله.
- معرفة  $pK_A = -\log K_A$ .
- تحديد ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل حمض . قاعدة بواسطة ثابتتي الحمضية للمزدوجتين المتواجدتين معا.
- تعيين النوع المهيمن، انطلاقا من معرفة pH المحلول المائي و  $pK_A$  المزدوجة قاعدة/حمض.
- استغلال مخططات هيمنة وتوزيع الأنواع الحمضية والقاعدية في محلول.
- معرفة التركيب التجريبي للمعايرة. وكتابة معادلة التفاعل الحاصل أثناء المعايرة باستعمال سهم واحد .
- استغلال منحنى أو نتائج المعايرة
- معلمة التكافؤ خلال معايرة حمض . قاعدة واستغلاله.
- تعليل اختيار الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ.

نسبة الأهمية	المستويات المهارية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
التحويلات غير الكلية	5 %	5 %	3,5 %	10 %	

- التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحنيين.
- حالة توازن مجموعة كيميائية.
- التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض-قاعدة في محلول مائي.

### التمرين 3° : 20 min | type BAC+

يعتبر حمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  المكون الرئيسي للخل.

#### ● معطيات:

- تمت جميع القياسات عند  $25^\circ\text{C}$  ;
- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- الموصلات المولية الأيونية للأيونين  $\text{H}_3\text{O}^+$  و  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  :  
 $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49.10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 4,09.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$
- تعبير الموصلية  $\sigma$  بدلالة التراكيز الفعلية للأنواع الأيونية  $X_i$  و الموصلات المولية الأيونية هو:  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$  .

- تتوفر على محلولين مائين  $(S_1)$  و  $(S_2)$  لحمض الإيثانويك:  
 • المحلول  $(S_1)$  تركيزه المولي  $C_1=5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  و موصليته  $\sigma_1=3,5.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .  
 • المحلول  $(S_2)$  تركيزه المولي  $C_2=5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  و موصليته  $\sigma_2=1,1.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .  
 نعتبر ذوبان حمض الإيثانويك مع الماء تفاعلا محدودا.

- اكتب معادلة التفاعل الممنهج لذوبان حمض الإيثانويك في الماء.
- أوجد تعبير التركيز المولي الفعلي  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$  لأيونات الأوكسونيوم عند التوازن بدلالة  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$  و  $\sigma$  و  $(S_1)$  و  $(S_2)$  .
- احسب  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$  في كل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$  .
- حدد نسبي التقدم النهائي  $\tau_1$  و  $\tau_2$  لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء في كل محلول ، واستنتج تأثير التركيز البدئي على نسبة التقدم النهائي.
- حدد ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع الماء بالنسبة لكل من  $(S_1)$  و  $(S_2)$  . ماذا تستنتج ؟

### التمرين 4° : 20 min | type BAC+

- دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء بقياس الموصلية  $\sigma$  .  
 نعتبر محلولاً مائياً ، حجمه  $V$  ، حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$  تركيزه المولي  $C=5,00 \text{ mol.m}^{-3}$  . نقيس موصلية هذا المحلول عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  فنجد  $\sigma=4,0.10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$  .  
 نعطي:  
 $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35,0.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 $\lambda_{\text{HCOO}^-} = 5,46.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 فمحل تأثير الأيونات  $\text{HO}^-$  على موصلية المحلول.

### التمرين 1° : 20 min | type BAC+

يستعمل حمض البنزويك  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  كمادة حافظة في صناعة المواد الغذائية و هو جسم صلب أبيض اللون.  
 نحضر محلولاً مائياً لحمض البنزويك بإذابة كتلة  $m$  من حمض البنزويك في الماء المقطر للحصول على حجم  $V=100\text{mL}$  تركيزه  $C=0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  .

#### ● معطيات:

- الكتلة المولية لحمض البنزويك:  $M=122 \text{ g.mol}^{-1}$  .

نقيس pH محلول حمض البنزويك عند  $25^\circ\text{C}$  فنجد:  $\text{pH}=2,6$  .

- أعط تعريف الحمض حسب برونشتد.
- احسب الكتلة  $m$  ؟
- اكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.
- أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية.
- احسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل . استنتج .
- أوجد تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,\text{eq}}$  عند التوازن بدلالة  $\text{pH}$  و  $C$  . استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  .

### التمرين 2° : 20 min | type BAC+

دراسة محلول مائي لحمض الميثانويك بقياس  $\text{pH}$  .

تتوفر في مختبر الكيمياء على محلول مائي  $(S)$  لحمض الميثانويك  $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$  حجمه  $V$  و تركيزه  $C=1,0.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  . أعطى قياس  $\text{pH}$  هذا المحلول القيمة  $\text{pH}=3,46$  .

- أعط تعريف القاعدة حسب برونشتد، ثم اكتب الصيغة الكيميائية للقاعدة المرافقة لحمض الميثانويك.
- اكتب المعادلة الكيميائية الممنهجة لتفاعل حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}_{(\text{aq})}$  مع الماء.
- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل باستعمال المقادير التالية:  $V$  و  $C$  و التقدم  $X$  و التقدم  $X_{\text{eq}}$  عند التوازن .
- عبر عن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل بدلالة  $C$  و  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$  .
- احسب قيمة  $\tau$  . ماذا تستنتج ؟
- أثبت أن تعبير  $Q_{r,\text{eq}}$  خارج التفاعل عند حالة توازن المجموعة الكيميائية يكتب كما يلي:  $Q_{r,\text{eq}} = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C - 10^{-\text{pH}}}$  .
- استنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  .

نذيب محتوى كيس من الإيبوبروفين و الذي يحتوي على 200 mg من الحمض في كأس من الماء الخالص، فنحصل على محلول مائي (S) تركيزه C و حجمه V=100 mL . أعطى قياس pH المحلول (S) القيمة pH=3,17 .

- 1 أحسب C.
- 2 تحقق ، باستعانتك بالجدول الوصفي، أن تفاعل الإيبوبروفين مع الماء تفاعل محدود.
- 3 اكتب تعبير خارج التفاعل  $Q_r$  لهذا التحول.
- 4 بين أن تعبير  $Q_r$  عند التوازن يكتب على الشكل التالي:

$$Q_{r,eq} = \frac{x_{\max} \cdot \tau^2}{V(1-\tau)}$$

- حيث  $\tau$  نسبة التقدم النهائي و  $x_{\max}$  التقدم الأقصى معبر عنه بالمول.
- 5 استنتج قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل المدروس.

### التمرين : 7° | 20 min | type BAC+

يستعمل حمض الإيثانويك ذي الصيغة  $CH_3COOH$  كمتفاعل في العديد من الصناعات؛ مثل صناعة المذيبات و البلاستيك و النسيج و مواد الصيدلة و العطور و يشكل المكون الأساسي للخل التجاري. نذيب كتلة m من حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  في الماء المقطر ، فنحصل على محلول مائي لحمض الإيثانويك تركيزه المولي C=0,10 mol.L<sup>-1</sup> و حجمه V=1,00L ، و له pH=2,90 عند 25 °C .

#### ● معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك :  $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- الموصلية المولية الأيونية عند 25 °C :  
 $\lambda_{H_3O^+} = 34,9 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$   
 $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
- يعبر عن الموصلية  $\sigma$  لمحلول يحتوي على أيونات  $X_i$  بالعلاقة التالية:  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$  .

- 1 عرف الحمض حسب برونشتد.
- 2 احسب قيمة m .
- 3 اكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.
- 4 انشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزا فيه حالة التوازن.
- 5 أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  بدلالة pH و C .
- 6 أ- احسب  $\tau$  واستنتج .  
 ب- بين أن تعبير  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب على الشكل التالي :  $Q_{r,eq} = \frac{x_{eq}^2}{V(C.V - x_{eq})}$  .
- 6-ب) استنتج قيمة ثابتة التوازن K لهذا التفاعل. هل تتعلق K بالحالة البدئية ؟
- 7 تحقق أن قيمة موصلية المحلول  $\sigma_{eq}$  عند التوازن هي:  $\sigma_{eq} = 49,1 \text{ mS.m}^{-1}$

- 1 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .
- 2 أوجد تعبير  $\tau$  نسبة التقدم النهائي بدلالة  $\sigma$  و  $C$  و  $\lambda_{H_3O^+}$  و  $\lambda_{CH_3COO^-}$  . أحسب  $\tau$  ، ماذا استنتج ؟
- 3 حدد قيمة pH هذا المحلول المائي .
- 4 أوجد قيمة  $Q_{r,eq}$  خارج التفاعل عند حالة التوازن لهذا التفاعل.
- 5 نخفف المحلول S عشر مرات فنحصل على محلول (S') تركيزه المولي (C'=C/10) أي C'=5,00.10<sup>-4</sup> mol.L<sup>-1</sup> .  
 أ- أعط ، معلقا جوابك، قيمة خارج التفاعل  $Q'_{r,eq}$  عند حالة التوازن للمحلول (S') .  
 ب- اختر، مع التعليل، قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$  من بين القيم التالية:  $\tau=9,73\%$  ؛  $\tau=19,8\%$  ؛  $\tau=49,3\%$  .

### التمرين : 5° | 20 min | type BAC+

حمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6$  (أو فيتامين C) مادة طبيعية توجد في العديد من الفواكه و الخضرا، كما يمكن تصنيعه في المختبر ليباع في الصيدليات على شكل أقراص . و هو مضاد للعدوى و منشط للجسم و يساعد على نمو العظام و الأوتار و الأسنان ... و يعرف بالرمز E300 .

#### ● معطيات:

المزدوجة قاعدة/حمض:  $C_6H_8O_6(aq) / C_6H_7O_6^-(aq)$  .

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الأسكوربيك  $C_6H_8O_6(aq)$  حجمه V و تركيزه C=10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup> و له pH=3,01 عند 25°C .

- 1 أكتب معادلة تفاعل حمض الأسكوربيك مع الماء .
- 2 أنشئ الجدول الوصفي لهذا التفاعل.
- 3 بين أن تعبير  $\tau$  نسبة التقدم النهائي هو  $\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$  . أحسب  $\tau$  . هل التحول كلي ؟
- 4 المجموعة الكيميائية في حالة توازن، أوجد قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  ، استنتج قيمة ثابتة التوازن K .

### التمرين : 6° | 20 min | type BAC+

الإيبوبروفين (Ibuprofène) حمض كربوكسيلي، صيغته الإجمالية  $C_{13}H_{18}O_2$  ، دواء يعتبر من المضادات للالتهابات إضافة إلى كونه مسكناً للألام و مخفضاً للحرارة. تباع مستحضرات الإيبوبروفين في الصيدليات على شكل مسحوق في أكياس تحمل المقدار 200mg قابل للذوبان في الماء.

#### ● معطيات:

- نرسم للإيبوبروفين بـ  $RCOOH$  و لقاعدته بـ  $RCOO^-$  .
- الكتلة المولية للحمض  $RCOOH$  :  $M=206 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- تمت جميع القياسات عند 25°C .

يعتبر الخل التجاري محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ، ويتميز بدرجة حمضية  $(X^\circ)$  ، والتي تمثل الكتلة  $X$  بالغرام (g) لحمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من الخل.

● **معطيات:**

← الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M=60 \text{ g.mol}^{-1}$

← الكتلة الحجمية للخل:  $\rho = 1 \text{ g/mL}$ .

الكاشف الملون	أزرق البروموتيمول	الهييلانين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	6,0 – 7,6	3,1 – 4,4	7,2 – 8,8

(I) نحضر محلولاً مائياً لحمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  حجمه  $V$  وتركيزه  $C=5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  وله  $\text{pH}=3,03$ .

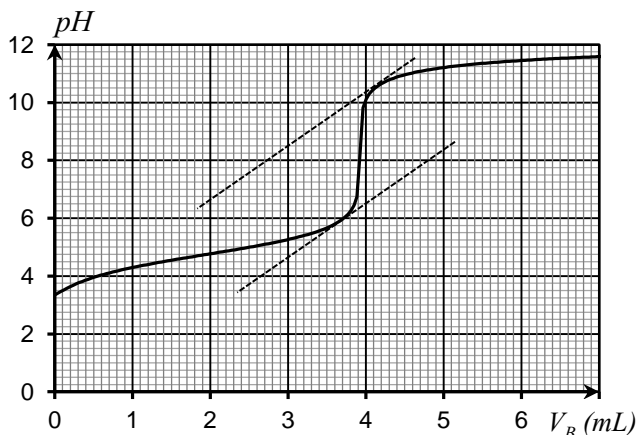
- 1 أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل مبرزا فيه حالة التوازن.
- 2 احسب  $\tau$  نسبة التقدم النهائي للتفاعل. هل التحول كلي؟
- 3 أوجد تعبير  $Q_{r,\text{eq}}$  خارج التفاعل عند التوازن بدلالة  $C$  و  $\tau$ .
- 4 تحقق أن قيمة ثابتة الحمضية  $\text{pK}_A$  للمزدوجة (acide/base)  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  هي  $\text{pK}_A=4,75$ .
- 5 حدد النوع الكيميائي المهيمن في المحلول من بين النوعين  $\text{CH}_3\text{COOH}$  و  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

(II) نأخذ حجماً  $V_0=1,00 \text{ mL}$  من خل تجاري درجة حمضية  $(7^\circ)$  وتركيزه المولي  $C_0$ ، ونضيف إليه الماء المقطر لتحضير محلول مائي (S) تركيزه المولي  $C_S$  وحجمه  $V_S=100 \text{ mL}$ .

نعاير الحجم  $V_A=5,00 \text{ mL}$  من المحلول (S) بمحلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$  تركيزه المولي  $C_B=1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

يمثل المنحنى أسفله تغير  $\text{pH}$  الخليط بدلالة الحجم المضاف  $V_B$ .

- 1 اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- 2 حدد، مبيانياً، كل من  $\text{pH}_E$  و  $V_{B,E}$  إحداثيي نقطة التكافؤ.
- 3 أوجد قيمة التركيز  $C_A$ .
- 4 استنتج قيمة  $m$  كتلة حمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من حمض الإيثانويك.
- 5 هل تتوافق هذه النتيجة مع القيمة المسجلة على الخل التجاري ؟ حدد الكاشف الملون الملائم لإنجاز هذه المعايرة. علل جوابك.



حمض السيليسليك هو حمض كربوكسيلي عطري عديم اللون يستخلص طبيعياً من النباتات كالصفصاف وإكليلية المروج ؛ له عدة فوائد حيث يستعمل في علاج بعض الأمراض الجلدية وكداء لتخفيف صداع الرأس وكمخفض لدرجة حرارة الجسم كما يعتبر المركب الرئيسي لتصنيع دواء الأسبرين.

● **معطيات:**

← نرسم لحمض السيليسليك بـ  $\text{AH}$  ولقاعده المرافقة بـ  $\text{A}^-$ .

← تمت جميع القياسات عند  $25^\circ\text{C}$  :

← الموصلية المولية الأيونية:  $\lambda_{\text{A}^-} = 3,62 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

←  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,49 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

← تعبير الموصلية  $\sigma$  لمحلول مائي مخفف للحمض  $\text{AH}$  هو:

$$\sigma = \lambda_{\text{A}^-} \cdot [\text{A}^-] + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$$

- نعتبر محلولاً مائياً (S) لحمض السيليسليك حجمه  $V=100 \text{ mL}$  وتركيزه المولي  $C=5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . وأعطى قياس موصلية المحلول القيمة  $\sigma = 7,18 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ .
- 1 انقل الجدول الوصفي التالي وأتممه.

المعادلة الكيميائية		$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{A}^-_{(\text{aq})}$			
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة (mol)			
البديئية	$x = 0$	.....	وفير	.....	.....
خلال التطور	$x$	.....	وفير	.....	.....
عند التوازن	$x_{\text{eq}}$	.....	وفير	.....	.....

- 2 أوجد تعبير  $x_{\text{eq}}$  تقدم التفاعل عند التوازن بدلالة  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$  و  $\lambda_{\text{A}^-}$  و  $\sigma$  و  $V$ ، ثم احسب قيمة  $x_{\text{eq}}$ .
- 3 حدد قيمة  $\tau$  نسبة التقدم النهائي للتفاعل ثم استنتج.
- 4 بين أن القيمة التقريبية لـ  $\text{pH}$  المحلول هي  $\text{pH} \approx 2,73$ .
- 5 بين أن تعبير  $Q_{r,\text{eq}}$  خارج التفاعل عند حالة التوازن يكتب على الشكل التالي:  $Q_{r,\text{eq}} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$ .

6 احسب خارج التفاعل عند التوازن  $Q_{r,\text{eq}}$  واستنتج قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بهذا التفاعل.

6 نأخذ حجماً من المحلول S ونضيف إليه كمية من الماء المقطر للحصول على محلول S' تركيزه  $C'=2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ . احسب في هذه الحالة نسبة التقدم النهائي  $\tau'$  للتفاعل بين حمض السيليسليك مع الماء. ماذا تستنتج ؟

----- **ملاحظة** -----

إضافة كمية من الماء المقطر لمحلول  $\Leftrightarrow$  تخفيف هذا المحلول



يهدف هذا التمرين إلى دراسة محلول مائي للأمونياك و معايرته بواسطة قياس pH .

● **معطيات:**

تمت جميع القياسات عند : 25°C ؛

الجداء الأيوني للماء :  $K_e = 10^{-14}$  .

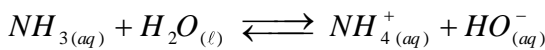
ثابتة الحمضي للمزدوجة  $NH_4^+/NH_3$  :  $pK_A = 9,2$  ؛

الكاشف الملون	أزرق البروموتيمول	الفيول فتالين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطف	6 - 7,6	8,2 - 10	7,2 - 8,8

(I) نعتبر محلولاً مائياً للأمونياك  $NH_3(aq)$  حجمه V و تركيزه  $C_B = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  .

أعطى قياس pH هذا المحلول القيمة  $pH = 10,75$  .

ننمذج التفاعل الكيميائي بين الأمونياك و الماء بالمعادلة التالية.



① حدد نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل. ماذا تستنتج ؟

② عبر عن تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة  $C_B$  و  $\tau$  . احسب قيمته .

③ تحقق من قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $(NH_4^+/NH_3(aq))$  .

(II) نعاير الحجم  $V_B = 30 \text{ mL}$  من محلول مائي للأمونياك  $(S'_B)$  .

تركيزه  $C'_B$  ، بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك

$H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$  ذي التركيز  $C_A = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

بقياس pH .

① أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذه المعايرة .

② يمثل المنحنى الممثل في الشكل أسفله تغير pH الخليط بدلالة الحجم

$V_A$  للمحلول  $(S_A)$  لحمض الكلوريدريك المضاف .

أ- حدد الإحداثيتين  $pH_E$  و  $V_{AE}$  لنقطة التكافؤ .

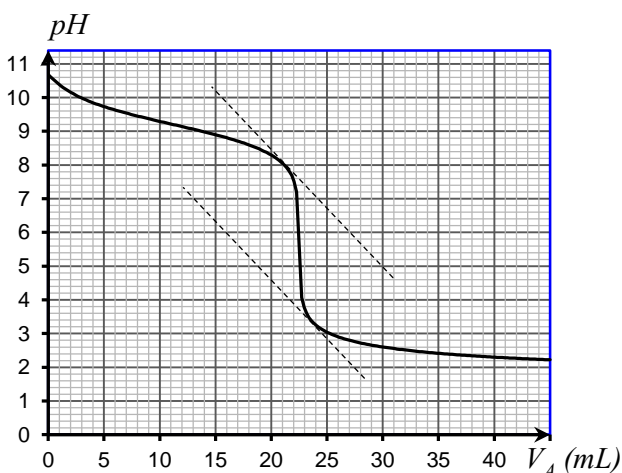
ب- احسب  $C'_B$  .

ج- باعتمادك على الجدول أعلاه ، عين ، معللاً جوابك ، الكاشف الملائم

لإنجاز هذه المعايرة في حالة غياب جهاز pH-متر .

د- حدد الحجم  $V_{A1}$  من محلول حمض الكلوريدريك الذي يجب

إضافته لكي تتحقق العلاقة  $[NH_4^+] = 15[NH_3]$  في الخليط .



يعتبر حمض الميثانويك  $HCOOH$  من الأدوية الناجعة لحرارة بعض الطفيليات التي تهاجم النحل المنتج للعسل.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء و مع هيدروكسيد الصوديوم .

● **معطيات:**

جدول مناطق انعطف بعض الكواشف الملونة.

الكاشف الملون	أزرق البروموتيمول	الفيول فتالين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطف	6,0 - 7,6	10 - 8,2	7,2 - 8,8

ثابتة الحمضية للمزدوجة  $HCOOH/HCOO^-$  :  $pK_A = 3,75$

(I) نحضر محلولاً مائياً (S) لحمض الميثانويك  $HCOOH$  حجمه V و تركيزه المولي  $C_A$  وله  $pH = 3,46$  عند  $25^\circ C$  .

① أكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء .

② أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل .

③ بين أن تعبير أن نسبة التقدم النهائي  $\tau$  هو :  $\tau = \frac{1}{1 + 10^{pK_A - pH}}$  .

(II) للتحقق من التركيز  $C_A$  لحمض الميثانويك، نعاير الحجم

$V_A = 10 \text{ mL}$  من المحلول السابق  $(S_A)$  بواسطة محلول مائي

$(S_B)$  لهيدروكسيد الصوديوم  $(Na^+(aq) + HO^-(aq))$  ذي

التركيز  $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  .

① ارسم التركيب التجريبي لإنجاز هذه المعايرة .

② أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

③ باعتمادك على المنحنى  $pH = f(V_B)$  الممثل أسفله ، حدد إحداثيات

نقطة التكافؤ  $(pH_E, V_{BE})$  .

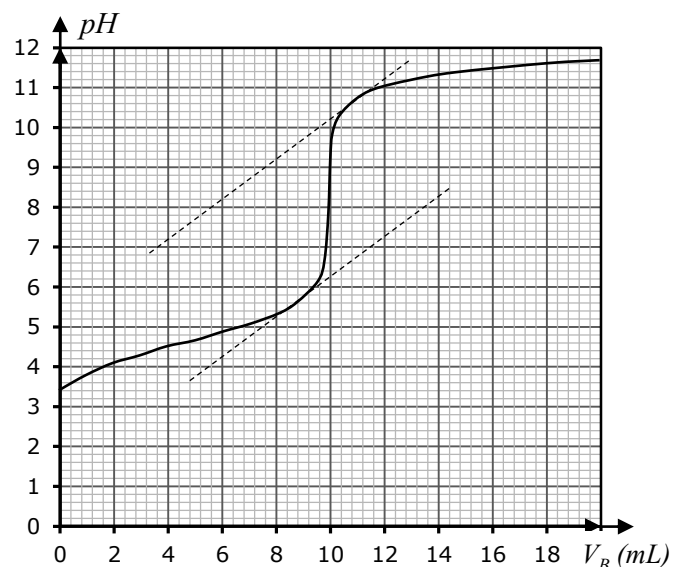
④ استنتج التركيز  $C_A$  للمحلول  $(S_A)$  .

⑤ باعتمادك على الجدول أعلاه ، حدد ، معللاً جوابك ، الكاشف الملون

المناسب لهذه المعايرة .

⑥ حدد النوع المهيمن من بين النوعين  $HCOOH$  و  $HCOO^-$  عند

إضافة الحجم  $V_B = 12 \text{ mL}$  . علل جوابك .



يستعمل حمض البروبانويك كمادة حافظة للأغذية و يحمل الرمز E280؛ نجده في المشروبات و المعبات و الأجبان، كما يستعمل في تحضير بعض العطور و مستحضرات التجميل و بعض الأدوية.

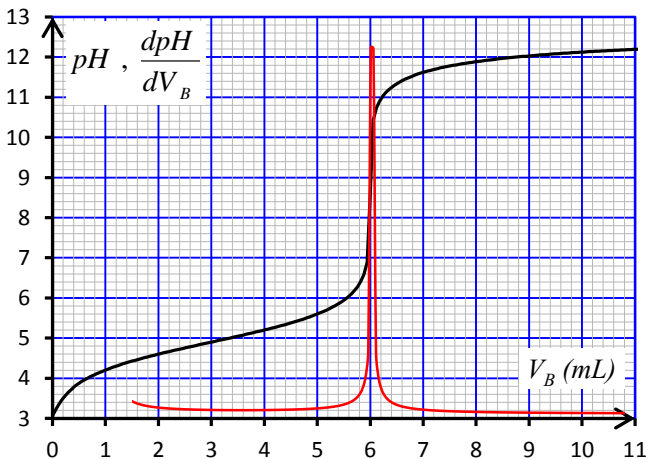
● معطيات:

- ✓ تمت جميع القياسات عند :  $25^{\circ}C$  ؛
- ✓ الجدء الأيوني للماء :  $K_e = 10^{-14}$  ؛
- ✓ نرسم لحمض البروبانويك  $C_2H_5COOH$  بـ  $AH$  و لقاعدته المرافقة بـ  $A^-$  ؛
- ✓ ثابتة الحمضية للمزدوجة  $C_2H_5COOH_{(aq)}/C_2H_5COO^-_{(aq)}$  هي :  $K_A = 10^{-4,9}$  ؛
- ✓ منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة:

الكاشف الملون	المهيالينين	أزرق البروموتيمول	أزرق التيمول
منطقة الانعطاف	3,1 – 4,4	6 – 7,6	8 – 9,6

نعاير بقياس pH ، حمضا  $V_A = 5 \text{ mL}$  من محلول مائي  $(S_A)$  لحمض البروبانويك  $AH$  تركيزه  $C_A$  بواسطة محلول مائي  $(S_B)$  لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $C_B = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
يمثل الشكل أسفله المنحنين  $pH = f(V_B)$  و  $\frac{dpH}{dV_B} = f(V_B)$  لهذه المعايرة.

- 1 اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- 2 اذكر خاصيتين لهذا التفاعل.
- 3 عين إحداثيتي نقطة التكافؤ:  $V_{BE}$  و  $pH_E$ .
- 4 بحساب ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بتفاعل المعايرة، بين أن هذا التفاعل كلي.
- 5 احسب التركيز  $C_A$  لحمض البروبانويك.
- 6 اختر من بين الكواشف الملونة المقترحة، الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ. علل الجواب.
- 7 حدد النوع المهيمن  $AH$  أو  $A^-$  عند إضافة الحجم  $V_B = 7 \text{ mL}$ .
- 8 أوجد، مستعينا بمنحنى المعايرة، الحجم  $V_B'$  الذي يجب إضافته للخليط التفاعلي لكي يكون الخارج  $\frac{[AH]}{[A^-]} = 1$ .



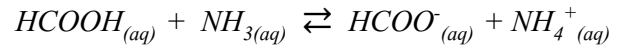
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل حمض الميثانويك  $HCOOH$  مع الأمونياك  $NH_{3(aq)}$  ثم مع محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ .

● معطيات:

- جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$ .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $HCOOH/HCOO^-$  :  $pK_{A1} = 3,75$ .
- ثابتة الحمضية للمزدوجة  $NH_4^+/NH_3$  :  $pK_{A2} = 9,20$ .

الكاشف الملون	أزرق البروموتيمول	الفيول فتالين	أحمر الكريزول
منطقة الانعطاف	6,0 – 7,6	10 – 8,2	7,2 – 8,8

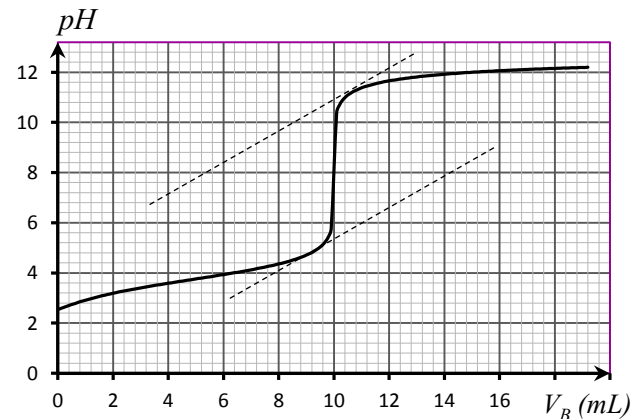
(I) نحضر خليطا (S) حجمه  $V$  بمزج  $n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$  من حمض الميثانويك و  $n_2 = n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$  من الأمونياك في الماء المقطر، فيحصل تحول كيميائي نمذجته بالمعادلة التالية:



- 1 أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التفاعل.
- 2 أوجد تعبير ثابتة التوازن  $K$  للتفاعل بدلالة  $pK_{A1}$  و  $pK_{A2}$  ثم تحقق أن هذا التفاعل كلي.
- 3 بين أن تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  يكتب على شكل:  $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1 + \sqrt{K}}$  احسب  $\tau$ .
- 4 علما أن  $pH$  الخليط هو  $pH = 6,48$ ، حدد الأنواع المهيمنة من بين الأنواع التالية:  $NH_4^+$ ،  $NH_3$ ،  $HCOOH$ ،  $HCOO^-$ .

(II) لتحديد قيمة  $C_A$  تركيز حمض الميثانويك  $HCOOH$ ، نأخذ حجما  $V_A = 10 \text{ mL}$  من هذا الحمض ونعايره بواسطة محلول مائي  $S_B$  لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز  $C_B = 5,00.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
يمثل المنحنى أسفله تغير  $pH$  الخليط بدلالة الحجم  $V_B$  للمحلول  $S_B$ .

- 1 اكتب معادلة تفاعل المعايرة.
- 2 حدد، مبيانيا،  $V_{BE}$  و  $pH_E$ ، إحداثيتي نقطة التكافؤ.
- 3 استنتج قيمة  $C_A$  تركيز حمض الميثانويك.
- 4 اختر، معلا جوابك، الكاشف الملون المناسب لإنجاز هذه المعايرة في غياب جهاز  $pH$ -متر.
- 5 أوجد النسبة  $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$  عند إضافة الحجم  $V_B = 8 \text{ mL}$  من المحلول  $S_B$ .



## فرض منزلي - النموذج 1

7 نقط | 40 min

الكيمياء | دراسة محلول مائي لحمض البروبانويك

حمض البروبانويك  $C_3H_6O_2$  هو حمض حسب برونشتد، يستعمل في صناعة العقاقير و الأدوية و العطور و النكهات و لتعديل ألياف السيليولوز الاصطناعية...

نحضر محلولاً مائياً (S) لحمض البروبانويك تركيزه  $C = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  و حجمه  $V$ .  
موصلية المحلول، عند  $25^\circ\text{C}$ ، هي:  $\sigma = 6,20 \text{ mS.m}^{-1}$ .

**معطيات:**

الموصلات المولية الأيونية عند  $25^\circ\text{C}$ :  $\lambda_{H_3O^+} = \lambda_1 = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda_{C_3H_5O_2^-} = \lambda_2 = 3,58 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

يعبر عن الموصلية  $\sigma$  لمحلول يحتوي على أيونات  $X_i$  موصلياتها المولية الأيونية  $\lambda_i$  بالعلاقة:  $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$

حلا المعادلة  $20x^2 + 1,4x - 1,4 = 0$  هما:  $x_1 = 0,23$  و  $x_2 = -0,30$ .

1 أعط تعريف الحمض حسب برونشتد، ثم اكتب المزدوجة التي ينتهي لها حمض البروبانويك. 0,75

2 أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزا فيه حالة التوازن. 0,75

3 أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  بدلالة  $\sigma$  و  $\lambda_1$  و  $\lambda_2$  و  $C$ . احسب قيمة  $\tau$  ثم استنتج. 1,50

4 بين أن تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند حالة توازن المجموعة الكيميائية يمكن كتابته على الشكل التالي:  $Q_{r,eq} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$  1,00

5 استنتج قيمته ثابتة التوازن  $K$  لهذا التفاعل. 0,75

6 تحقق أن قيمة  $pH$  هذا المحلول هي  $pH = 3,79$ . 1,00

7 نخفف المحلول (S) فنحصل على محلول (S') تركيزه  $C' = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ . 0,50

أ- ما قيمة ثابتة التوازن  $K'$  للمحلول (S') ؟ 0,75

ب- احسب قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau'$  للمحلول (S'). ماذا تستنتج ؟ 0,75

## فرض منزلي - النموذج 2

7 نقط | 40 min

الكيمياء | دراسة محلول مائي لحمض البوتانويك

حمض الفورميك (acide formique) أو حمض الميثانويك  $HCOOH$  سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة، تفرزه النملة (fourmi) لتتبع أثرها في جحرها أو عند إحساسها بالخطر. كما يوجد كذلك في سم النحل.

نذيب كتلة  $m$  من هذا الحمض في حجم  $V = 100 \text{ mL}$  من الماء المقطر، فنحصل على محلول S تركيزه  $C = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
أعطى قياس  $pH$  المحلول القيمة  $pH = 2,90$ .

← الكتلة المولية لحمض الميثانويك:  $M(HCOOH) = 46,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

← الموصلات المولية الأيونية عند  $25^\circ\text{C}$ :  $\lambda_{H_3O^+} = 35,0 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda_{HCOO^-} = 5,46 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  .

← يعبر عن الموصلية  $\sigma$  لمحلول يحتوي على الأيونات  $X_i$  بالعلاقة التالية:

1- احسب الكتلة  $m$ . 0,50

2- اكتب معادلة تفاعل حمض الميثانويك مع الماء. 1,00

3- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزا فيه حالة التوازن. 0,50

4- حدد قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لهذا التفاعل. ماذا تستنتج ؟ 1,00

5- بين أن تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند حالة توازن المجموعة الكيميائية يكتب على الشكل التالي:  $Q_{r,eq} = \frac{10^{-pH}}{C \cdot 10^{pH} - 1}$  0,50

6- استنتج قيمته ثابتة التوازن  $K$  لهذا التفاعل. 1,00

7- أوجد قيمة  $\sigma_{eq}$  موصلية المحلول عند التوازن. 1,00

8- نخفف المحلول S عشر مرات فنحصل على محلول S' تركيزه  $C' = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . 1,00

أوجد، قيمة نسبة التقدم النهائي الجديدة  $\tau'$ .

« يجب إعطاء التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية وإرفاق كل نتيجة بوحدها الملائمة مع احترام عدد الأرقام المعبرة ».

9 نقط | 50 min

## الكيمياء | تفاعلية الميثيل أمين

الميثيل أمين مركب عضوي وهو قاعدة حسب برونستد، صيغتها نصف المنشورة هي  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ . يتميز برائحة تشبه رائحة السمك، وله استعمالات كثيرة في المجال الصناعي والطبي ...  
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تفاعل الميثيل أمين مع الماء ومع هيدروكسيد الصوديوم.

### معطيات:

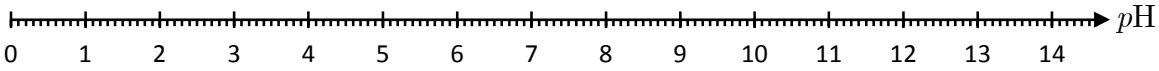
الكاشف الملون	الهيلانتين	أحمر البرومفينول	الفينول فتالين
منطقة الانعطف	3,1 ↔ 4,4	5,2 ↔ 6,8	8,2 ↔ 10

- جميع القياسات تمت عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ .
- الثابتة  $pK_e$  للجداء الأيوني للماء هي:  $pK_e = 14$ .
- يضم الجدول جانبه بعض الكواشف الملونة و مناطق انعطافها:

### الجزء الأول: تفاعل الميثيل أمين مع الماء.

نحضر محلولاً مائياً (S) للميثيل أمين  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  ، حجمه  $V$  وتركيزه  $C = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
أعطي قياس  $pH$  هذا المحلول القيمة  $pH = 11,5$ .

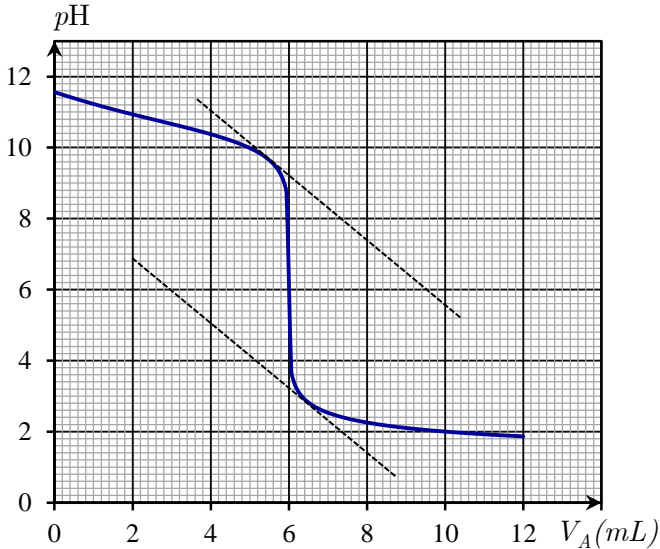
- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل مبرزا فيه حالة التوازن. 0,50
- أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل بدلالة  $C$  و  $pH$  و  $pK_e$ . احسب قيمة  $\tau$  ثم استنتج. 1,00
- عبر عن تعبير خارج التفاعل  $Q_{r,eq}$  عند التوازن بدلالة  $C$  و  $\tau$ . احسب قيمته. 1,00
- تحقق أن قيمة ثابتة الحمضية للمزدوجة  $(\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2)$  هي:  $pK_A = 10,8$ . 1,00
- بين على محور  $pH$  الممثل أسفله، مجال هيمنة كل نوع من النوعين:  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$  و  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ . 0,50



### الجزء الثاني: معايرة الميثيل أمين بمحلول حمض الكلوريدريك.

نعاير محلولاً  $S_B$  من الميثيل أمين حجمه  $V_B = 10 \text{ mL}$  وتركيزه  $C_B$  بواسطة محلول  $S_A$  لحمض الكلوريدريك  $(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{Cl}^-)$ .  
تركيزه المولي  $C_A = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

مكتننا النتائج احصل عليها من خط المنحنى  $pH = f(V_A)$  الممثل أسفله.



- اذكر عناصر العدة التجريبية اللازمة لإنجاز هذه المعايرة. 1,00
- اكتب المعادلة الكيميائية الممنهجة لتفاعل المعايرة. 0,50
- احسب ثابتة التوازن  $K$  الموافقة لمعادلة هذا التفاعل. استنتج. 1,00
- حدد إحداثيتي نقطة التكافؤ ( $pH_E$  و  $V_{AE}$ ). 0,50
- احسب التركيز  $C_B$  للمحلول  $S_B$ . 0,50
- ما الكاشف الملون الملائم لهذه المعايرة ؟ علل جوابك. 0,50
- احسب النسبة  $\frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]}$  عند إضافة الحجم  $V_A = 8 \text{ mL}$  من محلول حمض الكلوريدريك. 1,00

## منحى تطور مجموعة كيميائية

### الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

#### الوحدة 6: التطور التلقائي لمجموعة كيميائية:

حساب قيمة خارج التفاعل  $Q_r$  لمجموعة كيميائية في حالة معينة.  
تحديد منحى تطور مجموعة كيميائية



#### الوحدة 7: التحولات التلقائية في الأعمدة و تحصيل الطاقة:

تمثيل عمود (التيبانة الاصطلاحية = التيبانة؛ قبانة التركيب التجريبي).  
تحديد منحى انتقال حملات الشحنة الكهربائية أثناء اشتغال عمود باعتماد معيار التقدم التلقائي.  
تفسير اشتغال عمود بالتوفر على المعلومات التالية: منحى مرور التيار الكهربائي، والقوة الكهرومحركة  $f.e.m$ ، والتفاعلات عند الإلكترودين، وقطبية الإلكترودين، وحركة حملات الشحنة الكهربائية.  
كتابة معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة أثناء اشتغال العمود.  
إيجاد العلاقة بين كمية المادة للأنواع الكيميائية المتكونة أو المستهلكة وشدة التيار ومدة اشتغال العمود.



#### الوحدة 8: أمثلة لتحولات قسرية:

معرفة أن التحليل الكهربائي تحول قسري.  
تعرف، انطلاقاً من معرفة منحى التيار المفروض، الإلكتروود الذي تحدث عنده الأكسدة (الأنود)، و الإلكتروود الذي يحدث عنده الاختزال (الكاثود).  
تمثيل قبانة تركيب تجريبي للتحليل الكهربائي.  
كتابة معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة.  
إيجاد العلاقة بين كمية المادة للأنواع الكيميائية المتكونة أو المستهلكة وشدة التيار ومدة التحليل الكهربائي.



نسبة الأهمية	المستويات المهارية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
	منحى تطور مجموعة كيميائية	5 %	5 %	3,5 %	10 %



# التطور التلقائي لمجموعة كيميائية.

## التحولات التلقائية في الأعمدة و تحصيل الطاقة.

### أمثلة لتحولات قسرية.

التمرين 1° : 20 min | type BAC

ننجز العمود نحاس / ألومنيوم باستعمال صفيحة من الألومنيوم  $Al_{(s)}$  مغمورة في محلول مائي لكرومور الألومنيوم  $Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C=0,1 mol.L^{-1}$  وصفيحة من النحاس  $Cu_{(s)}$  مغمورة في محلول مائي لكبريتات النحاس II  $Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C=0,1 mol.L^{-1}$ . نصل المحلولين بقنطرة أيونية من نترات البوتاسيوم.

#### معطيات:

- للمحلولين نفس الحجم؛
  - ثابتة فرادي:  $F=96500 C.mol^{-1}$ ؛
  - الكتلة المولية للألومنيوم:  $M(Al)=27 g.mol^{-1}$ ؛
  - ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة الكيميائية أسفله هي:  $K=10^{200}$
- $$3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \xrightleftharpoons{1} 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$$

- باعتمالك على معيار التطور التلقائي، حدد منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية عند اشتغال العمود.
- حدد، معلا جوابك، قطبية كل إلكترود.
- نركب بين مربطي هذا العمود موصلًا أوميا فيمير في الدارة تيار كهربائي شدته ثابتة  $I=40 mA$  لمدة زمنية  $\Delta t=1 h 30 min$ .  
أ- احسب كمية الكهرباء  $Q$  الممررة خلال المدة  $\Delta t$ .  
ب- بين أن تعبير كتلة الألومنيوم المتفاعل خلال المدة  $\Delta t$  هو:  
$$m = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(Al)}{3 \cdot F}$$
 احسب  $m$ .

التمرين 2° : 20 min | type BAC

ننجز العمود نيكل/زنك المكون من المزدوجتين  $Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}$  و  $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$  وذلك بغمر إلكترود النيكل في الحجم  $V=150 mL$  من محلول كبريتات النيكل  $Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}$  تركيزه البدئي  $[Ni^{2+}]_i=10^{-2} mol.L^{-1}$  وإلكترود الزنك في الحجم  $V=150 mL$  من محلول كبريتات الزنك  $Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}$  تركيزه البدئي  $[Zn^{2+}]_i=10^{-2} mol.L^{-1}$ . نصل محلولي مقصورتين العمود بقنطرة أيونية.

#### معطيات:

- ثابتة فرادي:  $F=96500 C.mol^{-1}$ ؛
  - ثابتة التوازن المقرونة بالمعادلة الكيميائية أسفله هي:  $K=10^{-18}$
- $$Ni_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)} \xrightleftharpoons{1} Ni^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)}$$

- حدد، بحساب خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية، منحى التطور التلقائي للمجموعة المكونة للعمود.
- أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس.
- يمر في الدارة تيار كهربائي شدته  $I=0,1 A$  خلال اشتغال العمود. أوجد تعبير  $\Delta t_{max}$  المدة الزمنية القصوى لاشتغال العمود بدلالة  $[Zn^{2+}]_i$  و  $V$  و  $F$  و  $I$ . احسب  $\Delta t_{max}$ .

التمرين 3° : 20 min | type BAC

ننجز، عند درجة الحرارة  $25^{\circ}C$ ، العمود نيكل-كادميوم المكون من مقصورتين تربط بينهما قنطرة ملحية، حيث تتكون المقصورة الأولى من صفيحة النيكل مغمورة في محلول مائي لكبريتات النيكل  $Ni^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$  والمقصورة الثانية من صفيحة الكادميوم  $Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$  مغمورة في محلول مائي لكبريتات الكادميوم.

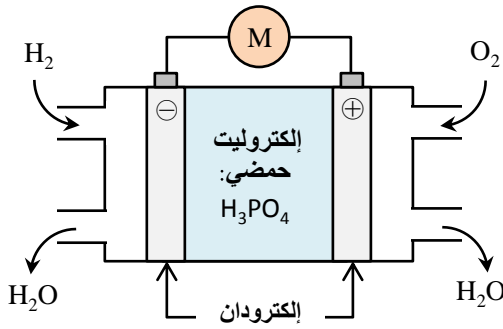
#### معطيات:

- معادلة التفاعل المتوقع حدوثه أثناء اشتغال العمود هي:  
 $K=4,5.10^5$ ؛  $Ni^{2+}_{(aq)} + Cd_{(s)} \xrightleftharpoons{1} Cd^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$
- ثابتة فرادي:  $F=9,65.10^4 C.mol^{-1}$ .
- المحلولان لهما نفس الحجم:  $V=0,2 L$ .
- نفس التركيز البدئي:  $[Ca^{2+}]_0=[Ni^{2+}]_0=0,1 mol.L^{-1}$ .
- الكتلة المولية للكادميوم:  $M_{Cd}=112,4 g.mol^{-1}$ .
- نربط قطبي العمود بموصل أومي وجهاز أمبيرمتر فيشير هذا الأخير إلى القيمة  $I=0,2 A$ .

- حدد، معلا جوابك، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية أثناء اشتغال العمود.
- ما هو الإلكترود الذي يمثل القطب الموجب للعمود؟ علل جوابك.
- ارسم تبيانة التركيب التجريبي للعمود المنجز مبينا عليها منحى حملة الشحنات الكهربائية في الأسلاك والقنطرة الملحية.
- ما هو دور القنطرة الملحية؟
- نترك العمود يشتغل مدة  $\Delta t=60 min$  فتتغير كتلة إلكترود الكادميوم بالمقدار  $\Delta m$ .
- أ- احسب كمية الكهرباء  $Q$  التي يمنحها العمود للدائرة خلال مدة اشتغاله.
- ب- أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الذي يحدث عند إلكترود الكادميوم.
- ج- أوجد تعبير  $\Delta m$  بدلالة  $I$  و  $\Delta t$  و  $M_{Cd}$ . احسب  $\Delta m$ .

## التمرين : 4° | 20 min | type BAC

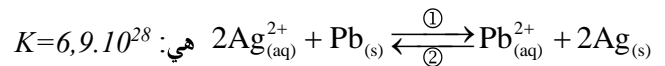
- ثابتة فرادي:  $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- نعتبر الغازات كاملة حيث:  $P.V = n.R.T$
- الحجم المولي:  $V_M = 24 \text{ L.mol}^{-1}$



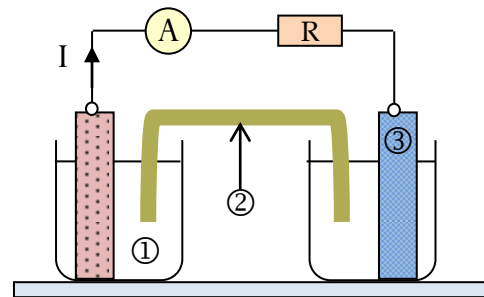
نعتبر العمود رصاص-فضة ذي التبيانة الاصطناعية  $\ominus \text{Pb}_{(s)} / \text{Pb}^{2+}_{(aq)} // \text{Ag}^{+}_{(aq)} / \text{Ag}_{(s)} \oplus$  ويتطلب إنجازها الأدوات والمواد التالية:

- كأس تحتوي على الحجم  $V_1$  من محلول مائي لنترات الرصاص  $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- كأس تحتوي على الحجم  $V_2 = V_1$  من محلول مائي لنترات الفضة  $\text{Ag}^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)}$  تركيزه المولي  $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- صفحة من فلز الفضة - صفحة من فلز الرصاص - قنطرة ملحية - أسلاك الربط.

عند  $25^\circ\text{C}$  ، ثابتة التوازن K المقرونة بالمعادلة الكيميائية



ثابتة فرادي:  $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$



- أحسب خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية واستنتج منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.
- نركب بين إلكترودي العمود موصلاً أومياً وأميرمتراً ونترك المجموعة تشتغل ، يمثل الشكل أعلاه تبيانة العمود. أعط أسماء مكونات العمود الموافقة للأرقام المبينة على التبيانة.
- يزود العمود الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 65 \text{ mA}$  وبعد مدة زمنية  $\Delta t$  من الاشتغال تكون قيمة تقدم التفاعل الحاصل هي  $x = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ . أحسب قيمة  $\Delta t$ .
- استنتج كمية الكهرباء Q الممررة خلال المدة  $\Delta t$ .

## التمرين : 5° | 20 min | concours

يعتبر العمود ذي محروق (*pile à combustible*) من بين البدائل الطاقية المستقبلية لكونه يمكن من الحصول على طاقة كهربائية «نظيفة» انطلاقاً من ثنائي الهيدروجين  $\text{H}_2(\text{g})$  وثنائي الأوكسجين  $\text{O}_2(\text{g})$  المتواجدين بوفرة في الهواء. فقد عرفت السنوات الأخيرة تقدماً كبيراً في تطوير هذا النوع من الأعمدة الكهربائية نظراً لكثرة استعمالها.

معطيات:

- المزدوجتان مختزل/مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما:  $\text{H}^{+}_{(aq)} / \text{H}_2(\text{g})$  و  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

## التمرين : 6° | 20 min | Type BAC

العمود الكهربائي هو جهاز كهروكيميائي يحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن تفاعلات أكسدة-اختزال إلى طاقة كهربائية يمنحها للوسط الخارجي ، ويستعمل لتشغيل عدة أجهزة كهربائية و إلكترونية تعمل بالتيار المستمر.

ننجز العمود نحاس-زنك باستعمال المعدات والمحاليل التالية:

- كأس زجاجية تحتوي على الحجم  $V_1 = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي كبريتات الزنك  $(\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)})$  تركيزه المولي  $C_1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- كأس زجاجية تحتوي على الحجم  $V_2 = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي لكبريتات النحاس  $(\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)})$  تركيزه المولي  $C_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- صفحة من النحاس  $\text{Cu}_{(s)}$  وأخرى من الزنك  $\text{Zn}_{(s)}$  - أسلاك.
- نربط نصفي العمود بقنطرة أيونية لنترات البوتاسيوم  $\text{K}^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)}$ .

معطيات:

- ثابتة فرادي:  $\mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- الكتلة المولية للنحاس:  $M(\text{Cu}) = 63 \text{ g.mol}^{-1}$

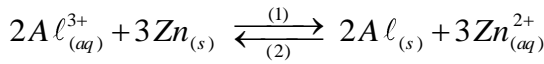
دراسة مبسطة للعمود الألومينيوم - زنك

تعتبر الأعمدة الكيميائية أحد تطبيقات تفاعلات الأكسدة- اختزال. أثناء اشتغالها، يتحول جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن هذه التفاعلات إلى طاقة كهربائية.

ننجز العمود الألومينيوم-زنك بغمر صفيحة من الألومينيوم في كأس تحتوي على الحجم  $V = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي لكلورور الألومينيوم  $Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$  تركيزه المولي البدئي  $C_1 = [Al^{3+}_{(aq)}]_i = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  و صفيحة من الزنك في كأس آخر تحتوي على الحجم  $V = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي لكبريتات الزنك  $Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$  تركيزه المولي البدئي  $C_2 = [Zn^{2+}_{(aq)}]_i = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ؛ نوصل المحلولين بقنطرة ملحية  $(K^+_{(aq)} + NO_3^{-}_{(aq)})$ . نركب بين قطبي العمود موصلا أوميا  $(D)$  و أمبيرمترا و قاطعا للتيار  $K$ .

معطيات:

- الكتلة المولية للألومينيوم  $M(Al) = 27 \text{ g.mol}^{-1}$
- ثابتة فراادي  $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- عند  $25^\circ\text{C}$ . ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل:

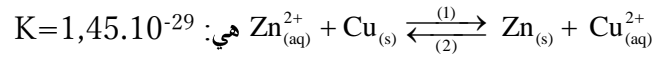


هي  $K = 10^{-90}$ .

نغلق قاطع التيار  $K$  عند اللحظة  $t = 0$ ، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته  $I$  نعتبرها ثابتة:  $I = 10 \text{ mA}$ .

- احسب خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية، ثم استنتج منى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.
  - حدد، معلا جوابك، الإلكترون الذي يمثل القطب السالب للعمود.
  - ارسم تبيانة العمود محددا ما يلي: مختلف أجزاء العمود - منى حملة الشحنات الكهربائية في القنطرة الملحية و الأسلاك.
  - ما دور القنطرة الملحية أثناء اشتغال العمود ؟
  - نغلق قاطع التيار و نترك العمود يشتغل حتى يستهلك كليا.
- (أ) أوجد تعبير عمر العمود  $\Delta t_{max}$  بدلالة  $I$  و  $F$  و  $V$  و  $C_2$ . احسب  $\Delta t_{max}$ .
- (ب) استنتج كمية الكهرباء القصوى  $Q_{max}$ .
- (ج) أوجد  $\Delta m$  تغير كتلة الألومينيوم خلال المدة  $\Delta t_{max}$ .
- (د) احسب  $[Al^{3+}_{(aq)}]_f$  التركيز النهائي لأيونات الألومينيوم.

عند  $25^\circ\text{C}$ ، ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بالمعادلة الكيميائية

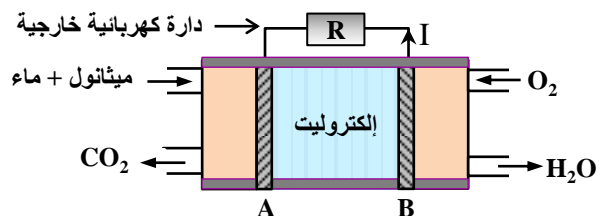


- حدد، معلا جوابك، منى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية.
  - استنتج معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار إلكترون النحاس. ما نوع هذا التفاعل (أكسدة أم اختزال) ؟
  - ارسم تبيانة العمود مبينا عليها: قطبية العمود - منى التيار الكهربائي - منى انتقال حملات الشحنة الكهربائية داخل و خارج العمود - أسماء مختلف أجزاء العمود.
  - ما هو دور القنطرة الأيونية أثناء اشتغال العمود ؟
  - خلال اشتغال، العمود يمر في الدارة الخارجية تيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 70 \text{ mA}$ .
- (أ) أوجد تعبير  $\Delta t_{max}$  المدة القصوى لاشتغال العمود بدلالة  $F$  و  $V_2$  و  $C_2$  و  $I$ . احسب  $\Delta t_{max}$ .
- (ب) استنتج كمية الكهرباء القصوى  $Q_{max}$  الممنوحة من طرف العمود خلال اشتغاله.
- (ج) احسب قيمة  $\Delta m_{Cu}$  تغير كتلة النحاس خلال المدة  $\Delta t_{max}$ .

يتكون العمود ذي محروق من مقصورتين يفصل بينهما إلكتروليت حمضي يلعب دور القنطرة الأيونية و إلكترونين A و B. عند اشتغال العمود يتم تزويده بالميثانول السائل  $CH_3OH$  و غاز ثنائي الأوكسجين  $O_2(g)$ .

معطيات:

- ثابتة فراادي:  $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$ ؛
  - الكتلة المولية للميثانول:  $M = 32 \text{ g.mol}^{-1}$ ؛
  - الكتلة الحجمية للميثانول:  $\rho = 0,79 \text{ g.cm}^{-3}$ ؛
  - المزدوجتان مختزل/مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما:  $O_2(g) / H_2O(l)$  و  $CO_2(g) / CH_3OH(l)$ .
- خلال اشتغال العمود، يحدث عند أحد الإلكترونين تحول نمذجه بالمعادلة الكيميائية:  $CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + a.H^+ + b.e^-$ . حدد العددين a و b.
  - عين معلا جوابك. الإلكترون الذي يحدث عنده هذا التفاعل.
  - أكتب المعادلة النمذجة للتحول الحاصل عند الإلكترون الآخر، واعط اسمي الإلكترونين A و B.
  - يزود العمود الدارة الخارجية بتيار كهربائي شدته  $I = 45 \text{ mA}$  خلال مدة  $\Delta t = 1 \text{ h } 30 \text{ min}$ . أوجد الحجم V للميثانول المستهلك خلال المدة  $\Delta t$ .



تغطية قطعة من الفولاذ بطبقة من القصدير بواسطة التحليل الكهربائي

نغمر القطعة الفولاذية كلياً في محلول كبريتات القصدير  $\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$  ثم ننجز التحليل الكهربائي لهذا المحلول بين إلكترود مكون من الصفيحة الفولاذية وإلكترود من الغرافيت .

● **المعطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في هذا التحليل هما :  $\text{O}_2(g) / \text{H}_2\text{O}(l)$  و  $\text{Sn}^{2+}_{(aq)} / \text{Sn}(s)$
- الكتلة المولية للقصدير :  $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g.mol}^{-1}$
- الفارادي :  $1F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

- 1 هل التحليل الكهربائي تحول تلقائي أم تحول قسري ؟
- 2 هل يجب أن تكون الصفيحة الفولاذية هي الأنود أم الكاثود ؟
- 3 يلاحظ انتشار غاز ثنائي الأوكسجين بجوار إلكترود الغرافيت .  
اكتب معادلة تفاعل التحليل الكهربائي .
- 4 يستغرق التحليل الكهربائي مدة  $\Delta t = 10 \text{ min}$  بتيار كهربائي شدته  $I = 5 \text{ A}$  ثابتة .  
أ- أحسب كمية الكهرباء  $Q$  الممررة خلال هذه المدة .  
ب- أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل الحاصل عند القطعة الفولاذية .  
ج- حدد كتلة القصدير التي توضع على القطعة الفولاذية .

يعتبر التحليل الكهربائي من التقنيات الأساسية المعتمدة في العمل المخبري والصناعي، حيث يمكن من تحضير بعض الفلزات ومركبات كيميائية أخرى تستعمل في الحياة اليومية.

لنحضر ثنائي البروم  $\text{Br}_2$  و فلز النحاس  $\text{Cu}(s)$  ننجز التحليل الكهربائي لمحلول برومور النحاس  $\text{II}$   $(\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Br}_{(aq)})$  باستعمال إلكترودين  $E_1$  و  $E_2$  من الغرافيت، فيتكون ثنائي البروم  $\text{Br}_2(l)$  على مستوى  $E_1$  ويتوضع فلز النحاس على مستوى  $E_2$  .

● **المعطيات:**

- الكتلة المولية للنحاس :  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$
- الفارادي :  $1F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

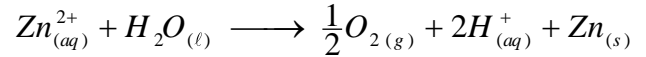
- 1 حدد المزدوجتين مختزل/مؤكسد المتدخلتين في هذا التحليل الكهربائي .
- 2 مثل تبيانة التركيب التجريبي لهذا التحليل الكهربائي محددا الكاثود والأنود .
- 3 اكتب نصف معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود .
- 4 استنتج المعادلة الكيميائية الحاصلة الممنهجة للتحول الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي .
- 5 يزود مولد كهربائي الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I = 0,5 \text{ A}$  خلال المدة  $\Delta t = 2 \text{ h}$  .  
حدد الكتلة  $m$  للنحاس الناتج خلال مدة اشتغال المحلل الكهربائي .

يتم تحضير بعض الفلزات بالتحليل الكهربائي للمحاليل المائية التي تحتوي على كاتيونات هذه الفلزات.  
إن أكثر من 50% من الإنتاج العالمي للزنك يتم الحصول عليه بالتحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك المحمض بحمض الكبريتيك.

● **المعطيات:**

- ثابتة فارادي :  $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- الحجم المولي في ظروف التجربة :  $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$
- الكتلة المولية للزنك :  $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$

تتكون خلية المحلل الكهربائي من إلكترودين ومحلول كبريتات الزنك المحمض. يطبق مولد كهربائي، بين الإلكترودين توترا مستمرا يمكن من الحصول على تيار شدته  $I = 8,0.10^4 \text{ A}$ .  
معادلة تفاعل التحليل الكهربائي هي:



- 1 اكتب نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكون الزنك و نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكون ثنائي الأوكسجين.
- 2 عين، معللا جوابك، قطب المولد المرتبط بالإلكترود الذي ينتشر بجواره غاز ثاني الأوكسجين.
- 3 عند اللحظة  $t_0 = 0$  ينطلق التحليل الكهربائي فيستغرق مدة  $\Delta t = t - t_0$  . نسي  $x$  تقدم التفاعل عند اللحظة  $t$  .  
بين أن :  $I = \frac{2.F.x}{\Delta t}$
- 4 احسب كتلة الزنك المتكون خلال المتكون خلال  $\Delta t = 12,0 \text{ h}$  .

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لنترات الرصاص  $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$  . نضع هذا المحلول في محلل كهربائي ونمرر تيارا كهربائيا مستمرا شدته  $I = 0,7 \text{ A}$  بين الإلكترودين (A) و (B) للمحلل خلال مدة زمنية  $\Delta t = 60 \text{ min}$  .  
نلاحظ خلال هذا التحليل الكهربائي، توضع فلز الرصاص على الإلكترود (A) وتكون غاز ثنائي الأوكسجين بجوار الإلكترود (B) .

● **المعطيات:**

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل :  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$
- ثابتة فارادي :  $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
- الحجم المولي في ظروف التجربة :  $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

أجب عن الأسئلة التالية و انقل الجواب الصحيح :

1 التحليل الكهربائي المدروس هو تحول :

فيزيائي	قسري	تلقائي	حمض-قاعدة
---------	------	--------	-----------

- 2 حدد، من بين الإلكترودين (A) و (B)، الكاثود والأنود. علل.
- 3 اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترود (B) .
- 4 الحجم  $V(\text{O}_2)$  لغاز ثنائي الأوكسجين الناتج خلال المدة  $\Delta t$  هو:

$V \approx 0,64 \text{ L}$	$V \approx 0,64 \text{ mL}$	$V \approx 0,16 \text{ L}$	$V \approx 0,16 \text{ mL}$
----------------------------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------



ننجز التحليل الكهربائي لكورور المغنيزيوم  $Mg^{2+} + 2Cl^-$  عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة تيار كهربائي شدته ثابتة  $I=6A$  خلال المدة  $\Delta t=10h$ . أثناء هذا التحليل يتوضع فلز المغنيزيوم على أحد الإلكترودين ويتصاعد غاز ثنائي الكلور بجوار الإلكترود الآخر.

المعطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل:  $Mg^{2+}/Mg$  و  $Cl_2/Cl^-$ ؛
- ثابتة فرادي:  $F=96500 C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة:  $V_m=68,6 L.mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولية للمغنيزيوم:  $M=24,3 g.mol^{-1}$ .

- 1 أعط اسم الإلكترود (أنود أم كاثود) الذي يتوضع عليه فلز المغنيزيوم.
- 2 اكتب معادلة التفاعل عند كل إلكترود واستنتج المعادلة الحصيلة.
- 3 حدد الكتلة  $m$  للمغنيزيوم المتوضع خلال المدة  $\Delta t$ .
- 4 احسب الحجم  $V$  لغاز ثنائي الكلور المتكون في ظروف التجربة خلال المدة  $\Delta t$ .

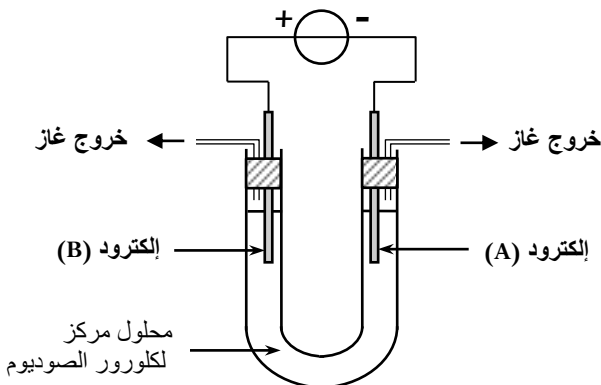
يُمكن التحليل الكهربائي من الحصول على غازات ذات نقاوة عالية. ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مركز لكورور الصوديوم  $Na^+(aq) + Cl^-(aq)$ ، فيتكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثنائي الكلور وعلى مستوى الإلكترود الآخر غاز ثنائي الهيدروجين؛ كما يصير الوسط التفاعلي قاعديا خلال التحول الكيميائي.

المعطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل:  $H_2O/H_2$  و  $Cl_2/Cl^-$ ؛
- ثابتة فرادي:  $1F=9,65.10^4 C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي في ظروف التجربة:  $V_m=25,0 L.mol^{-1}$ ؛

يمثل الشكل أسفه تبيان التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.

- 1 حدد، معلا جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود.
- 2 اكتب معادلة التفاعل عند كل إلكترود و المعادلة الحصيلة.
- 3 يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة  $I=3 A$  خلال مدة  $\Delta t=25 min$ . احسب  $V(Cl_2)$  حجم غاز ثنائي الكلور المتكون خلال المدة  $\Delta t$ .



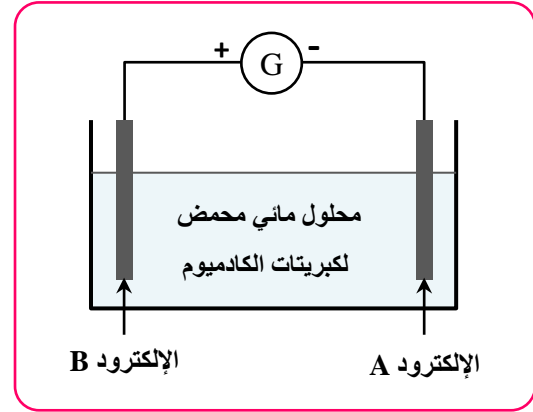
الانتاج الصناعي لفلز الكادميوم  $Cd_{(s)}$

يحضر فلز الكادميوم صناعيا بواسطة التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الكادميوم  $(Cd^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$  و حمض الكبريتيك المركز.

ينجز التحليل الكهربائي تحت توتر  $3,1V$  وبواسطة مولد  $G$  يعطي تيارا كهربائيا شدته ثابتة  $I = 25,0 kA$ .

معطيات:

- الكتلة المولية للكادميوم:  $M(Cd) = 112,4 g.mol^{-1}$ ؛
- ثابتة فرادي:  $F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي:  $V_m = 25,2 L.mol^{-1}$ ؛
- المزدوجتان المتدخلتان في هذا التفاعل هما:  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  و  $Cd^{2+}_{(aq)} / Cd_{(s)}$

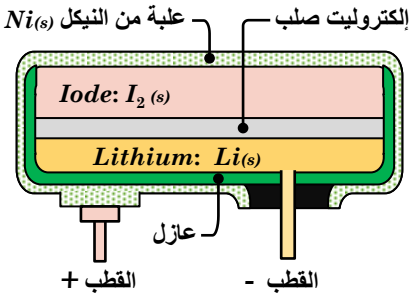
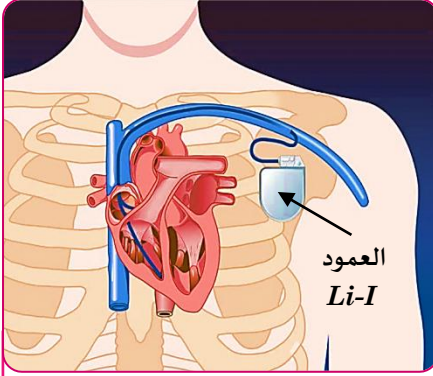


- 1 أعط تعريف التحليل الكهربائي
- 2 حدد، معلا جوابك، الكاثود والأنود من بين الإلكترودين A و B.
- 3 ما هو الإلكترود الذي يتوضع عليه فلز الكادميوم؟
- 4 اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود و المعادلة الحصيلة.
- 5 يستغرق التحليل الكهربائي مدة  $\Delta t = 12,0 h$ . أ- احسب كمية الكهرباء  $Q$  الممررة خلال مدة التحليل. ب- أوجد كتلة الكادميوم  $m(Cd)$  المتكونة خلال المدة  $\Delta t$ . ج- احسب  $V(O_2)$  حجم غاز ثنائي الأوكسجين الناتج.



! « يجب إعطاء التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية وإرفاق كل نتيجة بوحدتها الملائمة مع احترام عدد الأرقام المعبرة ».

الكيمياء: منظم ضربات القلب | (30 min --- 6 pts)



الوثيقة 1: تبيانة مبسطة للعمود ليثيوم-يود

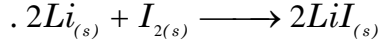
منظم ضربات القلب جهاز كهربائي يراقب ضربات القلب غير الاعتيادية و يصححها. كما ينشط ضربات القلب المتوقف.

يستعمل في معظم منظمات ضربات القلب أعمدة الليثيوم-اليود (Li-I) ، وهي أعمدة مثالية لهذه الأجهزة لأن عمرها طويل (من 5 إلى 10 سنوات)، كما أنها تستهلك تدريجيا ولا تنتج غازات. يزرع الجهاز تحت الجلد أسفل عظمة الترقوة، ويتطلب استبداله، نتيجة استهلاك العمود أو عطل في الجهاز، إجراء عملية جراحية.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة مبسطة للعمود ليثيوم - يود Li-I المستعمل في جهاز منظم ضربات القلب.

معطيات:

- ثابتة فراداي:  $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$  ،
- الكتلة المولية لفلز الليثيوم:  $M(\text{Li}) = 6,94 \text{ g.mol}^{-1}$  ،
- $1 \text{ s} = 3,17.10^{-8} \text{ année}$  .
- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما:  $\text{Li}^+ / \text{Li}$  و  $\text{I}_2 / \text{I}^-$  ،
- أثناء اشتغال العمود يحدث تحول كيميائي تلقائي نمذجه بالمعادلة الكيميائية:



- ① نرمز بالحرف  $K$  لثابتة توازن المجموعة الكيميائية، و  $Q_r$  لخارج التفاعل خلال اشتغال العمود. حدد الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

$Q_r < K$	$Q_r > K$	$Q_r \geq K$	$Q_r = K$
-----------	-----------	--------------	-----------

- ② بين أن إلكترود الليثيوم يمثل القطب السالب للعمود.

- ③ تمثل الوثيقة 1 تبيانة مبسطة للعمود ليثيوم - يود (Li-I). مثل التبيانة الاصطلاحية لهذا العمود.

- ④ ما دور الإلكتروليت الصلب أثناء اشتغال العمود ؟

- ⑤ يتكون عمود الليثيوم-يود المدروس من كتلة  $m = 0,508 \text{ g}$  من الليثيوم  $\text{Li}_{(s)}$  عند لحظة زرع منظم ضربات القلب في قلب مريض .

يبدأ العمود في الاشتغال مباشرة بعد عملية الزرع. حيث يولد تيارا كهربائيا شدته ثابتة  $I = 28,0 \mu\text{A}$  (نذكر أن  $1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$ ).

- 1.5- أوجد تعبير عمر العمود  $\Delta t_{\text{max}}$  بدلالة  $I$  و  $F$  و  $m$  و  $M(\text{Li})$ .

- 2.5- زرع مريض جهاز منظم ضربات القلب في يناير 2018. متى يجب على المريض استبدال عمود هذا الجهاز ؟

- 3.5- تحقق أن كمية الكهرباء القصوى التي يمنحها العمود للجهاز هي  $Q_{\text{max}} = 7,06.10^3 \text{ C}$ .

## الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد

### الوحدة 9: تفاعلات الأسترة والحلمأة:

- معرفة المجموعات المميزة:  $\text{COOH}$  و  $\text{OH}$  و  $\text{CO}_2\text{R}$  و  $\text{CO}-\text{O}-\text{CO}$  في نوع كيميائي.
- كتابة معادلات تفاعلات الأسترة والحلمأة.
- إيجاد صيغتي الحمض الكربوكسيلي والكحول الموافقتين انطلاقاً من الصيغة نصف المنشورة للإستر.
- تسمية الإسترات المتضمنة لخمس ذرات كربون على الأكثر.
- معرفة مميزتي كل من تفاعل الأسترة وتفاعل الحلمأة (محدود وبطيء جداً).
- معرفة أن الحفاز يزيد في سرعة التفاعل دون أن يغير حالة توازن المجموعة.
- معرفة أن وجود أحد المتفاعلات بوفرة أو إزالة أحد النواتج، يزيح حالة توازن المجموعة في المنحى المباشر.
- تحديد تركيب الخليط عند لحظة معينة

### الوحدة 10: التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل:

- تعليل اختيار المعدات التجريبية واستخدامها في المختبر: التسخين بالارتداد، والتقطير الجزأ، والتبلور، والترشيح تحت الفراغ.
- تعرف قواعد السلامة.
- اقتراح بروتوكول تجريبي وتعليل مراحله.
- كتابة معادلة تفاعل أندريد حمض مع كحول، ومعادلة الحلمأة القاعدية للإستر.
- معرفة مميزتي تفاعل أندريد حمض مع كحول (تفاعل سريع وكلي).
- حساب مردود تحول كيميائي.
- تعرف الجزء الهيدروفيلي والجزء الهيدروفوبي لأيون كربوكسيلات ذي سلسلة طويلة.
- معرفة الدور التسريعي والانتقائي للحفاز.

## جدول التخصيص و نسبة الأهمية

المستويات المهارية المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
كيفية التحكم في تطور المجموعات الكيميائية	3,5 %	5 %	2,45 %	7 %

## تفاعلات الأسترة و الحلمأة.

### التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل.

التمرين 3° | 20 min | type BAC

زيت الياسمين ( إيثانوات البنزيل ) إستريستعمل في صناعة العطور، ويمكن تحضيره في المختبر انطلاقا من التفاعل بين حمض الإيثانويك و  $\text{CH}_3\text{—COOH}$  و الكحول البنزيلي  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—OH}$ . نحضر خليطا يتكون من  $m_{ac}=6,00 \text{ g}$  من حمض الإيثانويك و  $m_{al}=10,8 \text{ g}$  من الكحول البنزيلي. في ظروف تجريبية معينة، نسخن الخليط بالارتداد بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز وبعض حصى الخفان. نحصل عند نهاية التفاعل على كتلة  $m=9,75 \text{ g}$  من إيثانوات البنزيل.

معطيات:

المركب العضوي	الكتلة المولية ( $\text{g.mol}^{-1}$ )
حمض الإيثانويك	60,0
الكحول البنزيلي	108
إيثانوات البنزيل	150

- ما الفائدة من التسخين بالارتداد ؟
- اكتب المعادلة الكيميائية الممنذجة لتفاعل الأسترة.
- احسب المردود  $r_1$  لتفاعل الأسترة.
- أوجد ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل.
- في نفس الظروف التجريبية السابقة، نعيد التجربة باستعمال  $n_{ac}=0,10 \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك و  $n_{al}=0,20 \text{ mol}$  من الكحول البنزيلي. أوجد المردود  $r_2$  لتفاعل الأسترة في هذه الحالة.
- بمقارنة  $r_1$  و  $r_2$  ، ماذا تستنتج ؟

التمرين 4° | 20 min | type BAC

لتحضير إستر (E) (إيثانوات الليناليل)، نسخن بالارتداد خليطا متساوي المولات مكونا من حمض الإيثانويك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  و اللينالول (كحول) ROH بوجود حفاز ملائم.

معطيات:

المركب العضوي	الكتلة المولية ( $\text{g.mol}^{-1}$ )
الكحول ROH	154
إيثانوات الليناليل (E)	196

التمرين 1° | 15 min | type BAC

نمزج في حوجة  $n_0=0,50 \text{ mol}$  من الإيثانول الخالص، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة . فنحصل عند نهاية التفاعل على مركب عضوي E كمية مادته  $n_E=0,33 \text{ mol}$ .

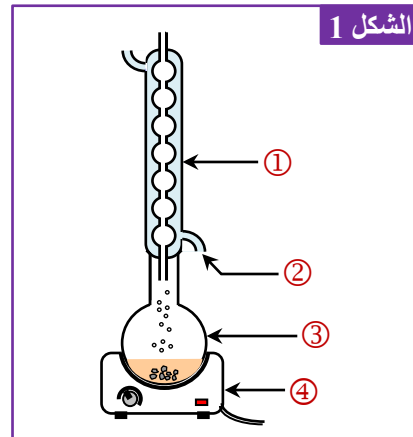
- علل اختيار التسخين بالارتداد
- اذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.
- اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي E و اعط اسمه.
- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
- احسب المردود  $r$  لهذا التفاعل.

التمرين 2° | 20 min | type BAC

نمزج في حوجة  $1,0 \text{ mol}$  من إيثانوات الإيثيل و  $1,0 \text{ mol}$  من الماء المقطر ثم نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز. نسخن باستعمال التركيب الممثل في الشكل 1 الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة، فيحصل تفاعل كيميائي. كمية مادة إيثانوات الإيثيل المتبقية عند التوازن هي  $0,67 \text{ mol}$ .

- ما دور حمض الكبريتيك ؟
- ما اسم هذا التفاعل ؟ اذكر مميزتيه.
- اعط اسم التركيب الممثل في الشكل 1، وأسماء العناصر المشار إليها.
- اكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المدروس باستعمال الصيغ نصف المنشورة.
- احسب ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلة التفاعل.
- اذكر طريقة تمكن من الرفع من سرعة التفاعل دون التأثير على تركيب المجموعة في الحالة النهائية.

الشكل 1



1 أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين حمض الإيثانويك والكحول.

2 أذكر مميزتين لهذا التفاعل.

3 نمزج الحجم  $V_{ac}=28,6 \text{ mL}$  من حمض الإيثانويك الخالص مع الكمية  $n_{al}=0,50 \text{ mol}$  من الكحول  $C_5H_{11}OH$  و نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد لمدة أربع ساعات تقريبا.

عند التوازن، و بعد القيام بالعمليات المخبرية اللازمة، نحصل على الكتلة  $m_p=43,40$  من الفيرومون (P).

أ- ما الفائدة من التسخين بالارتداد و من إضافة حمض الكبريتيك؟  
ب- حدد، مستعينا بالجدول الوصفي، كمية المادة لكل مكون من مكونات الخليط التفاعلي عند التوازن.

ج- أحسب  $r$  مردود التفاعل لتصنيع الفيرومون (P).

د- أوجد قيمة K ثابتة التوازن المقرونة بهذا التفاعل.

### التمرين : 7° | 20 min | type BAC

تحتوي العديد من الفواكه على إسترات ذات نكهة متميزة. فمثلا نكهة الأناناس تعزى إلى بوتانات الإثيل وهو عبارة عن إستر  $E$ . لتلبية متطلبات الصناعة الغذائية من هذا الإستر  $E$ ، يستعمل إستر مصنع مماثل للإستر الطبيعي. يصنع هذا الإستر بسهولة و بتكلفة أقل.

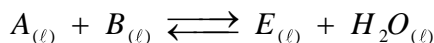
● معطيات: .....الكتل المولية الذرية.

-  $M(O)=16 \text{ g.mol}^{-1}$

-  $M(C)=12 \text{ g.mol}^{-1}$

-  $M(H)=1 \text{ g.mol}^{-1}$

1 نحصل على بوتانات الإثيل بواسطة تفاعل حمض كربوكسيلي A مع كحول B بوجود حمض الكبريتيك حسب المعادلة الكيميائية التالية:



أ- ما اسم هذا التفاعل ؟ اذكر مميزته .

ب- اكتب معادلة هذا التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة .

ج- اعط اسم كل من الحمض الكربوكسيلي A والكحول B.

2 نسخن بالارتداد، عند درجة حرارة ثابتة، خليطا متساوي المولات يحتوي على  $n_0=0,3 \text{ mol}$  من الحمض A و  $n_0=0,3 \text{ mol}$  من الكحول B بوجود حمض الكبريتيك. عند التوازن الكيميائي نحصل على كتلة  $m=23,2 \text{ g}$  من بوتانات الإثيل.

أ- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل ثم أوجد قيمة القدم الهائي  $X_f$ .

ب- حدد قيمة  $r$  مردود هذا التفاعل .

3 احسب خارج التفاعل في الحالة النهائية  $Q_{r,f}$ .

4 إذا علمت أن قيمة ثابتة التوازن الموافقة للتفاعل المدروس هي  $K=4,0$ ، هل هذه الحالة النهائية حالة توازن ؟

5 للرفع من مردود تفاعل تصنيع بوتانات الإثيل، نعوض الحمض A بأحد مشتقاته. اكتب معادلة تفاعل هذا المتفاعل مع الكحول B مع إعطاء أسماء جميع المتفاعلات و النواتج.

1 ما فائدة التسخين بالارتداد ؟

2 اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك و الكحول ROH.

3 تم انجاز التفاعل انطلاقا من الكتلة  $m=38,5 \text{ g}$  للكحول ROH فتكونت عند نهاية التفاعل الكتلة  $m_E=2 \text{ g}$  للإستر (E).

أ- أوجد المردود  $r$  لهذا التفاعل.

ب- اقترح طريقتين مختلفتين تمكنان من الرفع من مردود هذا التفاعل.

### التمرين : 5° | 20 min | type BAC

يتميز بنزوات الإثيل  $C_6H_5COOC_2H_5$  بنكهة فاكهة الكرز، لذا يستعمل في الصناعة الغذائية لإضفاء هذ النكهة على المواد الغذائية المصنعة.

لتحضير بنزوات الإثيل (E) في المختبر، نمزج في حوجة الكتلة  $m_{ac}=2,44 \text{ g}$  من حمض البنزويك  $C_6H_5COOH$  مع الحجم  $V_{al}=10 \text{ mL}$  من الإيثانول الخالص  $C_2H_5OH$  و نضيف بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز الذي يلعب دور الحفاز، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي تحت درجة حرارة ثابتة.

● معطيات:

- الكتلة المولية لحمض البنزويك:  $M(ac)=122 \text{ g.mol}^{-1}$

- الكتلة المولية للإيثانول:  $M(al)=46 \text{ g.mol}^{-1}$

- الكتلة الحجمية للإيثانول الخالص:  $\rho_{al}=0,78 \text{ g.mL}^{-1}$

- الكتلة المولية لبنزوات الإثيل:  $M(E)=150 \text{ g.mol}^{-1}$

1 ما دور الحفاز في هذا التفاعل ؟

2 أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الحاصل بين حمض البنزويك و الإيثانول مستعملا الصيغ نصف المنشورة.

3 تكونت عند نهاية التفاعل الكتلة  $m_E=2,25 \text{ g}$  من بنزوات الإثيل. حدد قيمة  $r$  مردود التفاعل.

4 للرفع من مردود تفاعل تصنيع بنزوات الإثيل، نعوض حمض البنزويك بمتفاعل آخر. أعط اسم هذا المتفاعل و اكتب صيغته نصف المنشورة.

### التمرين : 6° | 20 min | type BAC

تتواصل بعض الحشرات كالنمل و النحل، فيما بينها بواسطة مواد كيميائية عضوية تسمى الفيرومونات قصد الدفاع عن النفس أو التناسل ... إلخ.

يمكن تصنيع فيرومون (P) في المختبر بتفاعل حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  و الكحول  $C_5H_{11}-OH$ .

● معطيات:

- الكتلة المولية لحمض الإيثانويك:  $M(ac)=60 \text{ g.mol}^{-1}$

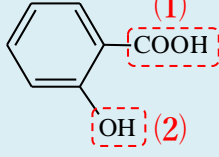
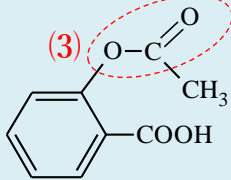
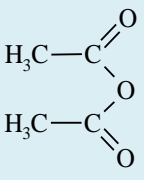
- الكتلة الحجمية لحمض الإيثانويك:  $\rho=1,05 \text{ g.mL}^{-1}$

- الكتلة المولية للفيرومون (P):  $M(P)=130 \text{ g.mol}^{-1}$

الأسبرين أو حمض الأسيتيلسليسيك (*acide acétylsalicylique*) من الأدوية الأكثر استعمالا في العالم ، فهو دواء مسكن للألام ومقاوم للحمى ...  
- نقترح من خلال هذا التمرين دراسة طريقة تحضير الأسبرين -

● معطيات:

- يعطي الجدول التالي الأجسام المتفاعلة و النواتج وبعض القيم المميزة لها:

الاسم	حمض السليسيك	حمض الأسيتيلسليسيك	حمض الإيثانويك	أندريد الإيثانويك
الصيغة العامة	$C_7H_6O_3$	$C_9H_8O_4$	$C_2H_4O_2$	$C_4H_6O_3$
الصيغة نصف المنشورة			$CH_3-COOH$	
الكتلة المولية بـ ( $g.mol^{-1}$ )	138	180	60	102
الكتلة الحجمية بـ ( $g.mL^{-1}$ )				1,08

- ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع حمض السليسيك:  $K = 7.10^{-3}$ .

لتحضير الأسبرين أو حمض الأسيتيلسليسيك، قامت مجموعتان من التلاميذ بإنجاز تجربتين مختلفتين:

① **التجربة الأولى:** تم تحضير الأسبرين بتفاعل حمض الإيثانويك مع المجموعة المميزة هيدروكسيل لحمض السليسيك .  
أنجزت المجموعة الأولى التسخين بالارتداد لخليط حجمه  $V$  ثابت ، ويتكون من كمية المادة  $n_1 = 0,2 mol$  لحمض الإيثانويك و كمية المادة  $n_2 = 0,2 mol$  من حمض السليسيك، بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

① أعط اسم المجموعات المميزة (1) و (2) و (3) المحاطة بخط متقطع مغلق في جزئتي حمض السليسيك و حمض الأسيتيلسليسيك.

② أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل مستعملا الصيغ نصف المنشورة وأعط اسمه.

③ اعتمادا على الجدول الوصفي، أثبت العلاقة  $K = \left( \frac{x_{eq}}{0,2 - x_{eq}} \right)^2$  : حيث  $x_{eq}$  يمثل تقدم التفاعل عند التوازن.

④ حدد المردود  $r_1$ .

② **التجربة الثانية:** لتحضير الكتلة  $m_{asp} = 15,3 g$  من الأسبرين، أنجزت المجموعة الثانية خليطا مكونا من الكتلة  $m_1 = 13,8 g$  من حمض السليسيك و الحجم  $V = 19,0 mL$  من أندريد الإيثانويك بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، فحدث تفاعل كيميائي.

① أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل حمض السليسيك مع أندريد الإيثانويك. اذكر مميزتين لهذا التفاعل.

④ أوجد المردود  $r_2$  لهذا التحول باعتماد الجدول الوصفي.

③ حدد التجربة الأكثر ملائمة للتصنيع التجاري للأسبرين، علل جوابك.

التمرين : 9° | 20 min | Appli

نحضر إسترا (E) له رائحة الموز انطلاقا من البوتان-1-أول (A) و حمض الإيثانويك أو أندريد الإيثانويك .

● معطيات:

- الكتلة المولية للإستر (E):  $M(E) = 116 g.mol^{-1}$  ;

- الكتلة الحجمية للإستر (E):  $\rho_E = 0,88 g.mL^{-1}$  ;

- الكتلة المولية للكحول (A):  $M(A) = 74 g.mol^{-1}$  ;

- الكتلة الحجمية للكحول (A):  $\rho_A = 0,81 g.mL^{-1}$  .

① اكتب معادلة التفاعلين باستعمال الصيغ نصف المنشورة .

② أعط اسم الإستر E ؟

③ ما الفرق بين هاذين التحولين ؟

④ نجعل  $0,1 mol$  من أندريد الإيثانويك تتفاعل مع  $0,1 mol$  من البوتان-1-أول.

أ- أحسب حجم الكحول المستعمل.

ب- أحسب  $r$  مردود التفاعل علما أن حجم الإستر الناتج هو  $V_E = 9,9 mL$ .



بعض التحولات الكيميائية تكون كلية و بعضها يكون غير كلي؛ يستعمل الكيميائي عدة طرق لتتبع، كميًا، التحولات الكيميائية خلال الزمن و التحكم فيها للرفع من مردودها أو تخفيض سرعتها للحد من تأثيرها، و يستعمل أحيانا متفاعلات بديلة للتوصل بفاعلية إلى النواتج نفسها.

● معطيات:

- يعطي الجدول التالي الأجسام المتفاعلة و بعض القيم المميزة لها:

الكتلة المولية	الكتلة الحجمية	الصيغة نصف المنشورة	المركب العضوي
$M(A)=88,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$\rho(A)=0,956 \text{ g.mL}^{-1}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	الحمض (A)
$M(B)=88,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$\rho(B)=0,810 \text{ g.mL}^{-1}$	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	الكحول (B)
$M(\text{AN})=158,0 \text{ g.mol}^{-1}$	$\rho(\text{AN})=0,966 \text{ g.mL}^{-1}$		أنديريد الحمض (AN)

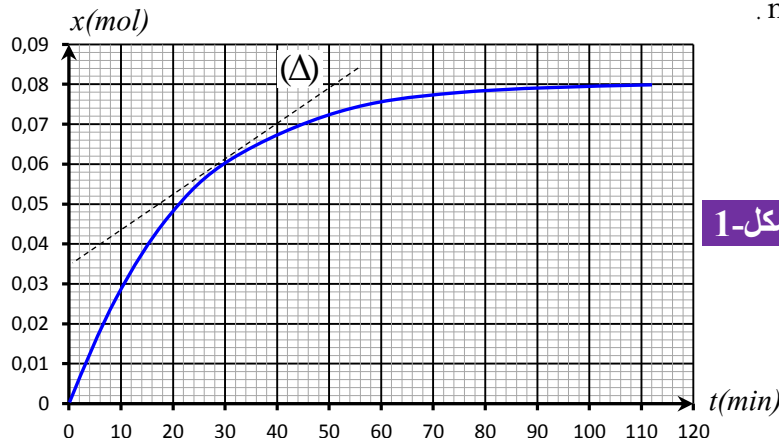
نمزج في حوجلة حجمًا  $V=11 \text{ mL}$  من الحمض (A) و  $n_B=0,12 \text{ mol}$  من الكحول (B). نضيف إلى الخليط بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز و بعض حصيات الكدان؛ بعد التسخين، يتكون مركب عضوي (E) كتلته المولية  $M(E)=158 \text{ g.mol}^{-1}$ . يعطي المبيان  $x=f(t)$  تطور التقدم  $x$  للتفاعل بدلالة الزمن  $t$  (شكل 1) و يمثل المستقيم  $(\Delta)$  المماس للمنحنى عند اللحظة  $t=30 \text{ min}$ .

- 1 باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة تصنيع المركب (E) انطلاقًا من الحمض (A) و الكحول (B) و أعط اسم المركب (E).
- 2 أذكر مميزات لهذا التفاعل.
- 3 ما هو دور حمض الكبريتيك المركز المضاف ؟
- 4 احسب كمية المادة البدئية للحمض (A).
- 5 حدد، مبيانيًا، التقدم  $x_{eq}$  للتفاعل عند التوازن و زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ .
- 6 احسب بالوحدة  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$  قيمة السرعة الحجمية  $v$  للتفاعل عند اللحظة  $t=30 \text{ min}$ .
- 7 أوجد قيمة ثابتة التوازن  $K$  لهذا التفاعل.
- 8 نمزج، في نفس الظروف التجريبية السابقة،  $0,12 \text{ mol}$  من الحمض (A) و  $0,24 \text{ mol}$  من الكحول (B). أ- تحقق أن القيمة الجديدة لتقدم التفاعل عند التوازن هي  $x_{eq}=0,10 \text{ mol}$ . ب- احسب  $r$  مردود هذا التفاعل.

- 9 يمكن كذلك تحسين مردود التفاعل السابق بتعويض الحمض (A) بأنديريد الحمض (AN). نمزج الحجم  $V_B=13 \text{ mL}$  من الكحول (B) و حجمًا  $V_{AN}=14 \text{ mL}$  من أنديريد البوتانويك، فنحصل على كتلة  $m(E)$  من المركب (E).

أ- اكتب معادلة التفاعل الحاصل في هذه الحالة، باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

ب- احسب الكتلة  $m(E)$ .



شكل-1

يحضر الصابون في المختبر باتباع البروتوكول التجريبي التالي:

### 1 المرحلة الأولى:

نذيب الكتلة  $m=60\text{ g}$  من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في 200 mL من الماء المقطر.

أ- احسب التركيز المولي C لهذا المحلول.

ب- هل هذا المحلول حمضي أم قاعدي ؟ علل جوابك .

### 2 المرحلة الثانية:

في حوجلة، نسكب 20mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم  $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$  و 10mL من الإيثانول و  $m=10,0\text{g}$  من زيت الزيتون (الزيتين) ثم نضيف قليلا من حصى الخفاف. نعتبر أن هذا الزيت (الزيتين) يتكون فقط من ثلاثي غليسريد، والذي ينتج عن تفاعل الغليسيرول و حمض الزيت.



أ- اذكر اسم التركيب التجريبي الذي يجب استعماله لهذا الغرض.

ب- ما الغاية من إضافة الإيثانول للخليط التفاعلي؟

ج- ما دور حصى الخفاف ؟

د - اكتب معادلة تفاعل الغليسيرول و حمض الزيت و عين الصيغة نصف المنشورة للزيتين.

هـ- اكتب معادلة تفاعل التصبن و عين الصيغة الكيميائية للصابون محددًا الجزء الهيدروفي للصابون.

### 3 المرحلة الثالثة:

بعد 30 دقيقة من التفاعل يفرغ الخليط التفاعلي في محلول مشبع لكلورور الصوديوم (الماء المالح) مع التحريك ثم يرشح الناتج الصلب (الصابون) بواسطة قمع و يجفف.

نقيس كتلة الصابون المحصل، فنجد  $m'=8,0\text{ g}$ .

أ- لماذا يتم صب الخليط التفاعلي في محلول مشبع لكلورور الصوديوم ؟

ب- نفترض أن زيت الزيتون مكون فقط من الزيتين، بين أن مردود تفاعل التصبن يكتب على الشكل:

$$r = \frac{m'}{3m} \cdot \frac{M(\text{Ol})}{M(\text{Sav})}$$

أحسب قيمته.

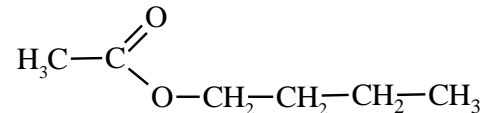
### معطيات:

- الكتلة المولي للصابون:  $M(\text{Sav})=304\text{ g.mol}^{-1}$
- الكتلة المولي للزيتين:  $M(\text{Ol})=884\text{ g.mol}^{-1}$
- الجدا الأيوني للماء عند  $25^\circ$ :  $K_e=10^{-14}$
- الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم:  $M(\text{NaOH})=40\text{ g.mol}^{-1}$

تعزى النكهة الموجودة في بعض الفواكه إلى وجود أنواع كيميائية عضوية تنتمي لمجموعة الإسترات. ويمكن تصنيع هذه الإسترات في المختبر عن طريق التفاعل بين حمض كربوكسيلي و كحول. يهدف هذا التمرين إلى دراسة تصنيع إستر (E) (إيثانوات البوتيل) ثم تغيير بعض الشروط للحصول على أفضل مردود.

### معطيات:

- الصيغة نصف منشورة للإستر (E):



الذرة	الكربون C	الأوكسجين O	الهيدروجين H
الكتلة المولية (g.mol <sup>-1</sup> )	12	16	1

نحصل على الإستر (E) انطلاقا من حمض كربوكسيلي (A) و كحول (B).

1 أعط اسم الإستر (E).

2 اكتب معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

3 أذكر مميزتين لهذا التفاعل.

4 ننجز هذا التصنيع باستعمال تركيب التسخين بالارتداد، حيث ندخل في حوجلة كمية المادة  $n_0=0,45\text{mol}$  من الحمض (A) و كمية المادة  $n_0=0,45\text{mol}$  من الكحول (B) و قطرات من حمض الكبريتيك المركز و بعض حصى الخفاف.

في نهاية التحول نحصل على كتلة  $m_E=34,8\text{ g}$  من الإستر E.

أ- ما الفائدة من استعمال التسخين بالارتداد ومن إضافة حمض الكبريتيك للخليط التفاعلي.

ب- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل الحاصل.

ج- أوجد تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل بدلالة  $n_0$  و  $x_{eq}$ ، ثم تحقق أن  $K=4$ .

د- احسب قيمة I مردود هذا التصنيع.

5 لتحسين مردود التصنيع، قدم التلاميذ الاقتراحات التالية:

- إزالة الماء المتكون.

- الرفع من درجة حرارة الوسط التفاعلي.

- استعمال كمية وافرة من حمض الكبريتيك المركز.

- إضافة كمية من الكحول.

- إزالة الإستر.

- تعويض الحمض الكربوكسيلي (A) بأندريد الحمض (AN).

حدد، معلا جوابك، كل اقتراح صحيح.

6 باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة التفاعل في حالة استعمال أندريد الحمض عوض الحمض الكربوكسيلي.

7 نجعل الإستر (E) يتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد  $\text{HO}^-$ .

اكتب معادلة هذا التفاعل ثم اذكر اسمه و مميزته.

! « يجب إعطاء التعابير الحرفية قبل إنجاز التطبيقات العددية وإرفاق كل نتيجة بوحدتها الملائمة مع احترام عدد الأرقام المعبرة ».

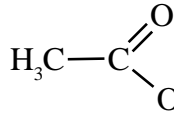
(30 min --- 6pts)

الكيمياء: دراسة تصنيع إيثانوات الإيثيل

إيثانوات الإيثيل مركب عضوي ينتمي إلى مجموعة الإسترات، يستعمل في صناعة العطور و الزيوت و نكهات شبيهة بنكهة الفراولة ... هذا الإستر يمكن تصنيعه في المختبر عن طريق التفاعل بين حمض كربوكسيلي (A) وكحول (B).

الكتل المولية بالوحدة  $g.mol^{-1}$  :  $M(H)=1,0$  ،  $M(C)=12$  ،  $M(O)=16$  .

الكتلة الحجمية للكحول (B) :  $\rho_B = 0,789 g.mL^{-1}$  .



معطيات :

الصيغة نصف المنشورة لإيثانوات الإيثيل (الإستر E) هي :

نضع في حوزة كمية المادة  $n_A = 0,30 mol$  من الحمض (A) وحما  $V_B = 28 mL$  من الكحول (B)، ونضيف إلى الخليط بعض القطرات من حمض الكبريتيك المركز وبعض حصيات الخفاف؛ ثم نسخن بالارتداد لنصف ساعة. عند نهاية التحول تكونت كتلة  $m_E = 21,12 g$  من الإستر (E).

1 باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة تصنيع الإستر (E) انطلاقا من الحمض (A) والكحول (B) و أعط اسم كل متفاعل.

1,00

2 أذكر مميزتين لهذا التفاعل.

0,50

3 ما الفائدة من التسخين بالارتداد و من إضافة حمض الكبريتيك؟

0,50

4 باعتمادك الجدول الوصفي لتقدم التفاعل، تحقق أن قيمة ثابتة التوازن المواقفة لهذا التفاعل هي  $K=4,0$ .

1,00

5 احسب  $r$  مردود هذا التحول.

0,50

6 اقترح طريقتين تمكنان من الرفع من مردود هذا التحول، مع الاحتفاظ بنفس المتفاعلين.

0,50

7 يمكن تصنيع الإستر (E) انطلاقا من أندريد الحمض (AN) وكحول.

أ- اكتب معادلة هذا التحول باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

0,50

ب- اذكر مميزتين لهذا التحول.

0,50

8 نجعل الإستر (E) يتفاعل مع الأيونات  $HO^-$ ، باستعمال الصيغ نصف المنشورة اكتب معادلة هذا التفاعل. ثم اذكر اسمه و مميزته.

1,00